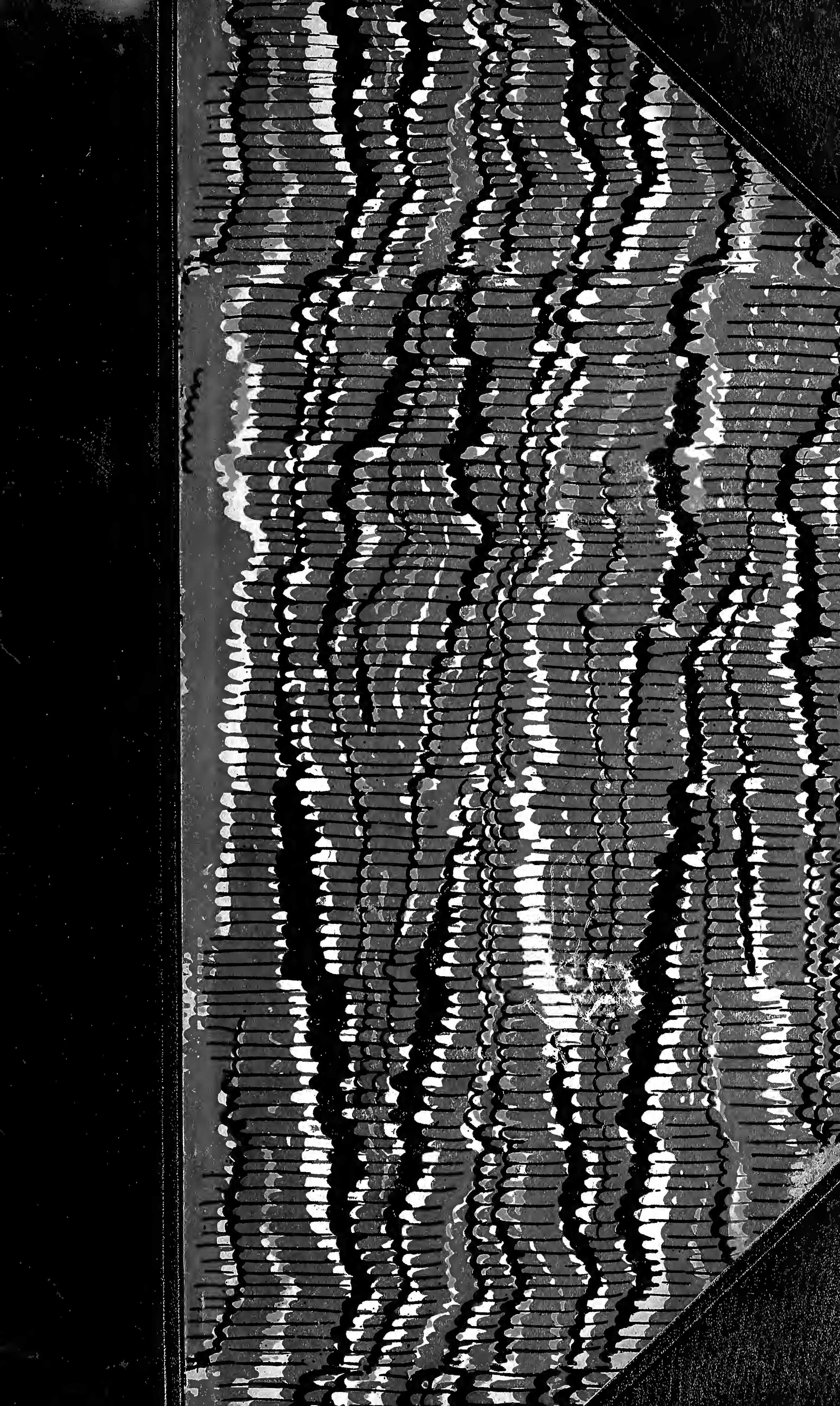
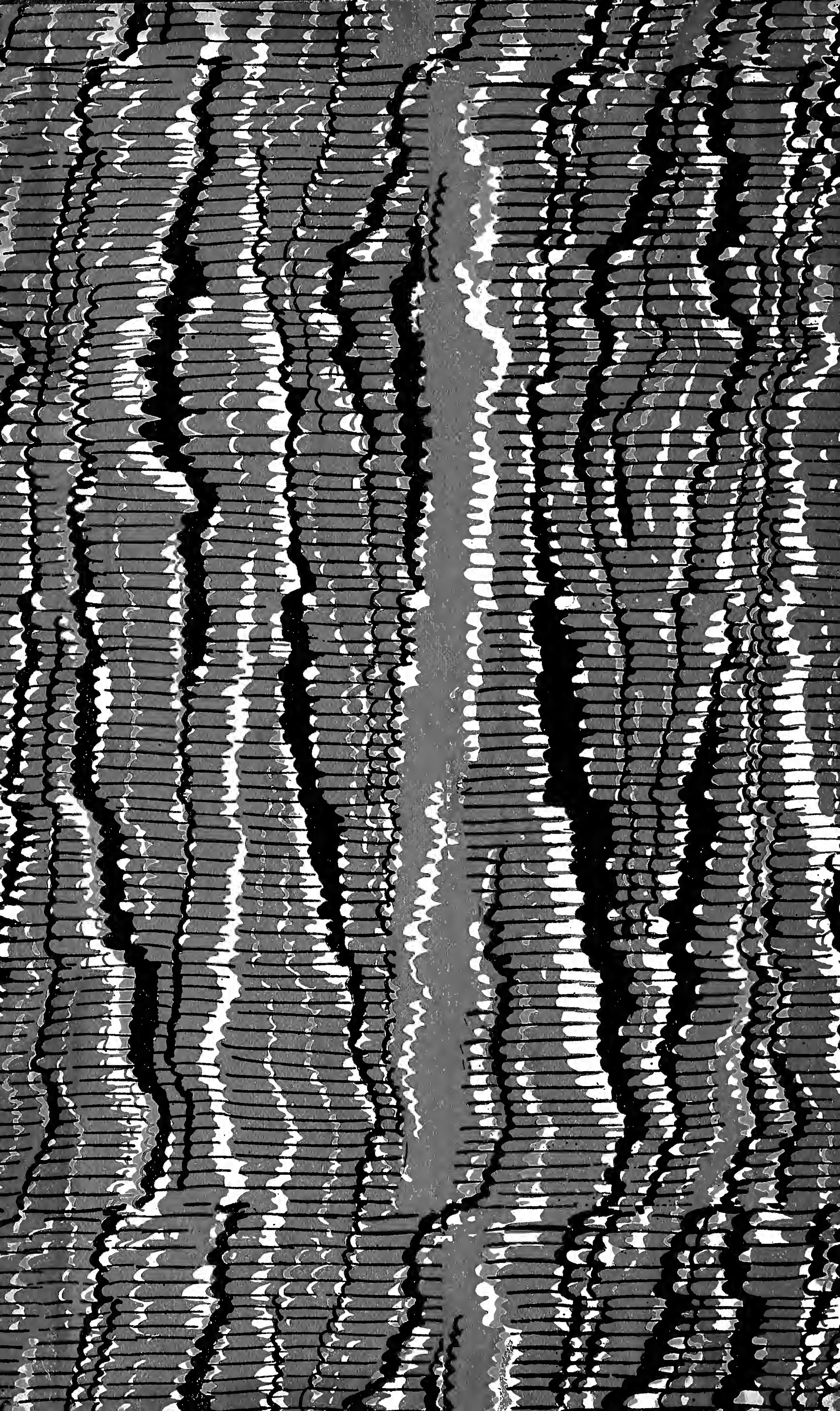
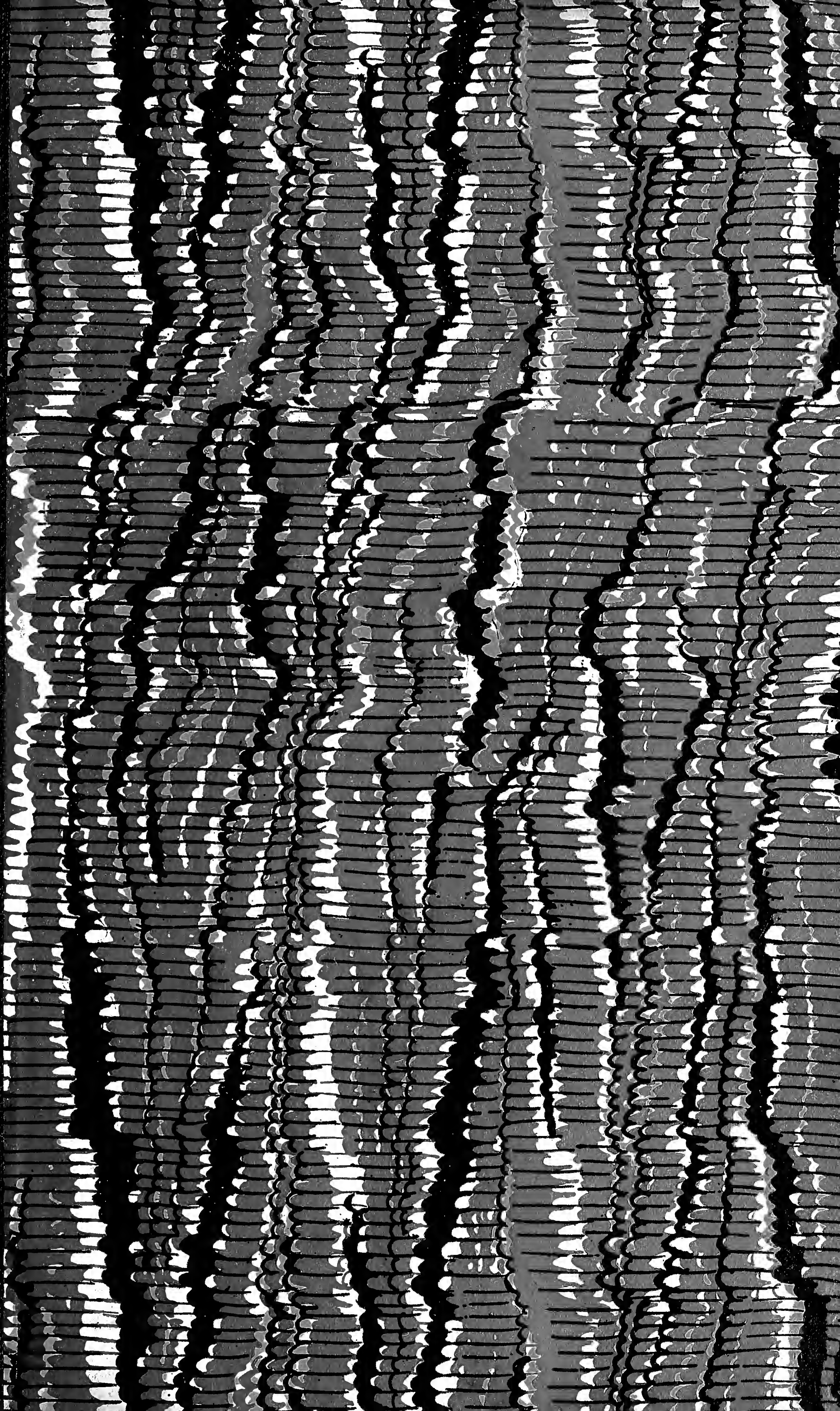
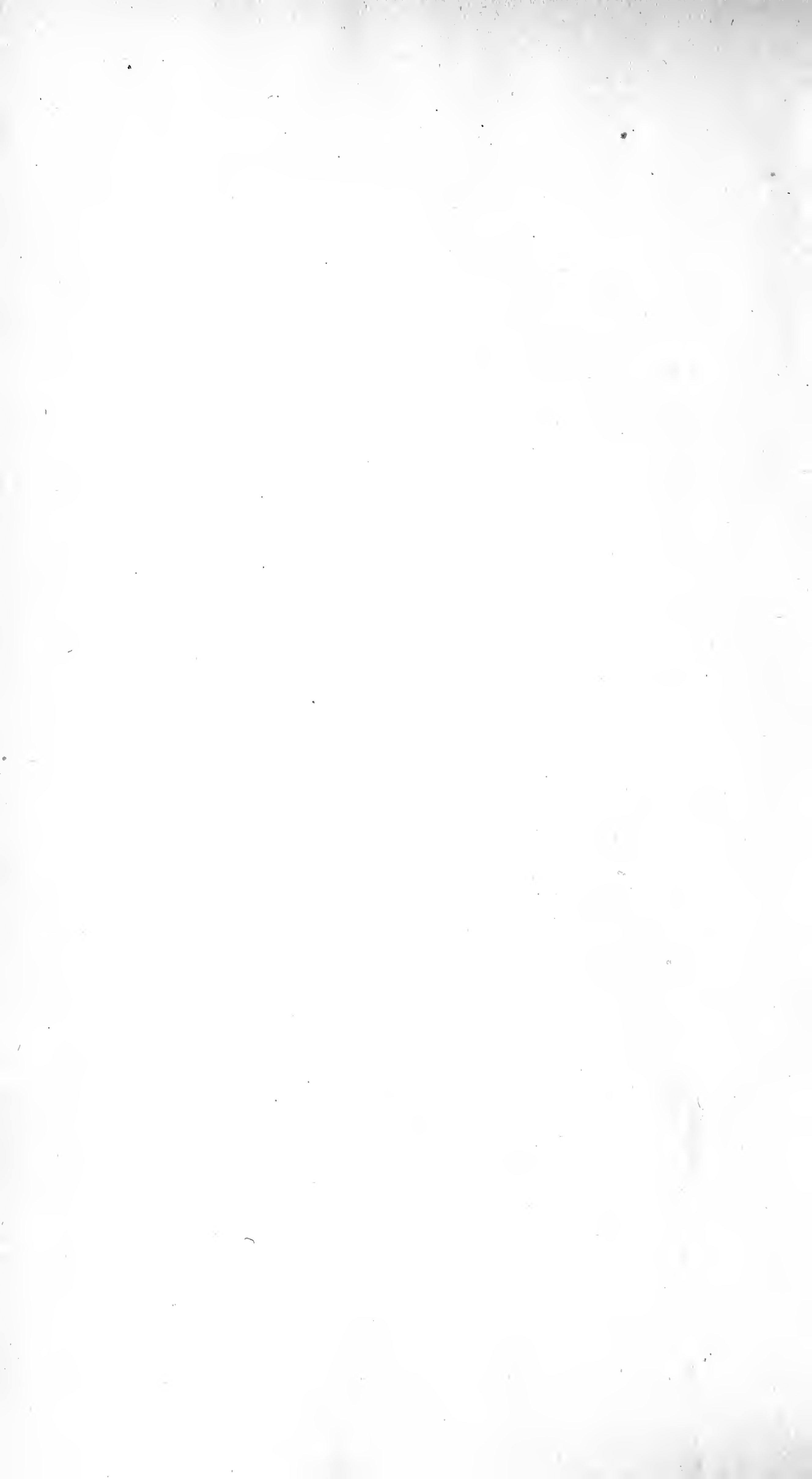


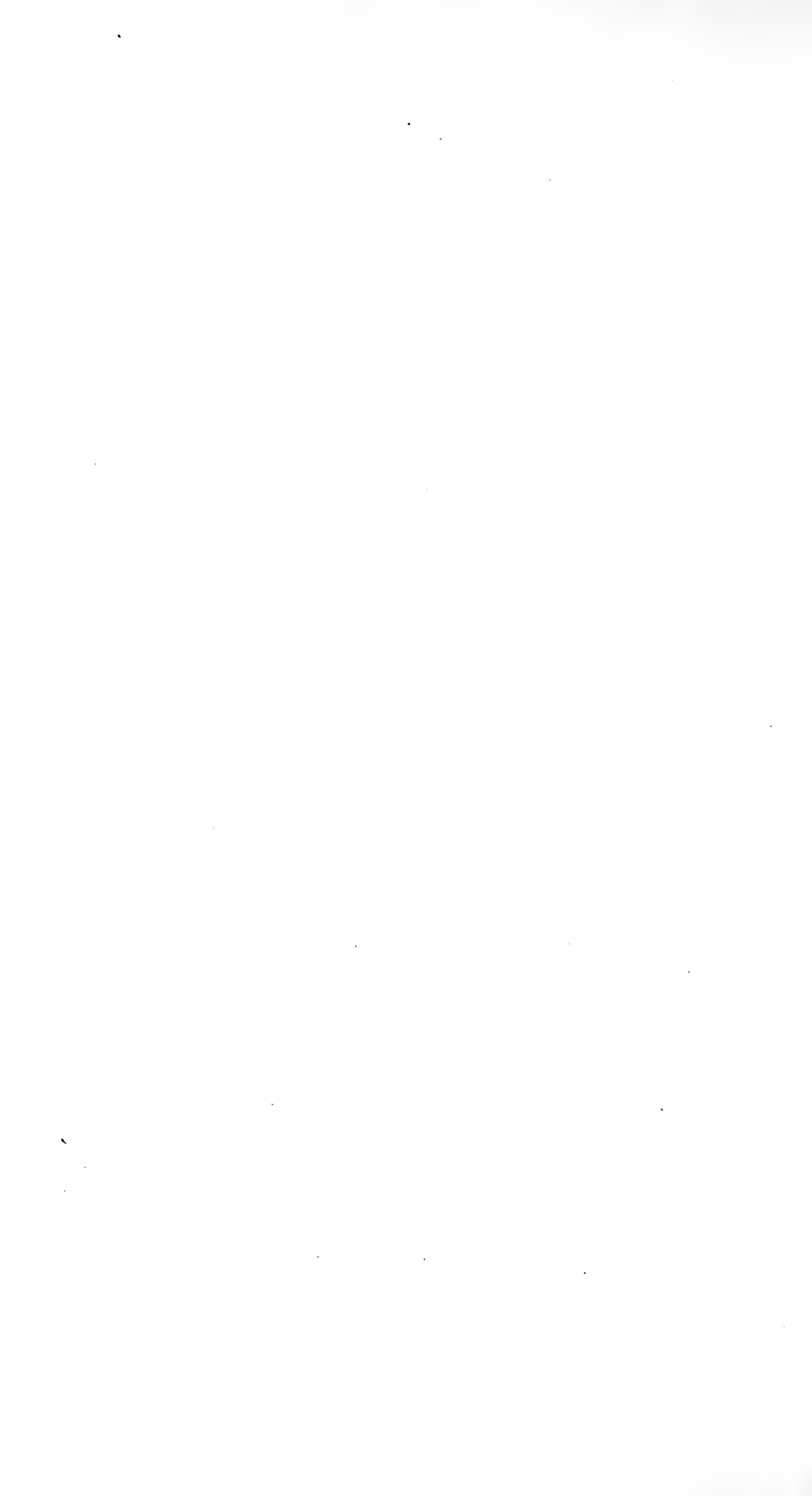












Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Jahrgang 1897.

MARBURG.
Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).
1898.

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Jahrgang 1897.



MARBURG.
Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).
1898.



Inhaltsangabe.



Verzeichniss der Mitglieder*)

(am Schluss des Jahres 1897).

Ehrenmitglieder.

v. Kölliker, Albert	Dr. med., o. Prof., wirkl. G.-Rath.	Würzburg	6. 7. 97.
Leuckart, Rudolf	Dr. med. et phil., o. Prof., G.-R.	Leipzig	13. 12. 95.
Virchow, Rudolf	Dr. med., o. Prof., G. Med.-Rath.	Berlin	1. 11. 97.

Einheimische Mitglieder.

A. Ordentliche.

Ahlfeld, Friedrich	Dr. med., o. Prof., G. Med.-R.	(Gynäkologie)	11. 7. 83.
Bauer, Max	Dr. phil., o. Prof., G. Reg.-R.	(Mineralogie)	11. 3. 85.
Behring, Emil	Dr. med., o. Prof., G. Med.-R.	(Hygiene)	15. 5. 95.
Disse, Hugo	Dr. med., a.o. Prof.	(Anatomie)	13. 11. 95.
Fischer, Theobald	Dr. phil., o. Prof.	(Geographie)	28. 11. 83.
Feussner, Wilhelm	Dr. phil., a.o. Prof.	(Physik)	14. 7. 81. (16. 6. 69.)
Gasser, Emil	Dr. med., o. Prof. G. Med.-R.	(Anatomie)	27. 1. 88. (16. 7. 74.)
Hess, Edmund	Dr. phil., o. Prof.	(Mathematik)	21. 6. 78. (16. 2. 70.)
Hess, Karl	Dr. med., o. Prof.	(Ophthalmologie)	11. 11. 96.
v. Heusinger, Otto	Dr. med., a.o. Prof.	(Gerichtl. Med.)	16. 5. 66. (25. 4. 60.)
Kayser, Emanuel	Dr. phil., o. Prof.	(Geologie)	13. 1. 86.
Kohl, Friedrich	Dr. phil., a.o. Prof.	(Botanik)	13. 11. 95. (6. 8. 84.)

*) Die Daten bedeuten den Tag der Ernennung. Die in Parenthese gesetzten Daten den Tag der Ernennung zum ausserordentlichen Mitglied.

Korschelt, Eugen	Dr. phil., o. Prof.	(Zoologie)	76. 7. 93.
Kossel, Albrecht	Dr. med., o. Prof.	(Physiologie)	15. 5. 95.
Küster, Ernst	Dr. med., o. Prof., G. Med.-R.	(Chirurgie)	4. 11. 91.
Lahs, Heinrich	Dr. med., a.o. Prof.	(Gynäkologie)	13. 1. 75. (16. 2. 70.)
Mannkopff, Emil	Dr. med., o. Prof., G. Med.-R.	(Innere Med.)	8. 5. 67.
Marchand, Felix	Dr. med., o. Prof., G. Med.-R.	(Path. Anat.)	28. 11. 83.
Meyer, Hans	Dr. med.. o. Prof.	(Pharmakologie)	11. 3. 85.
Meyer, Arthur	Dr. phil., o. Prof.	(Botanik)	4. 11. 71.
Melde, Franz	Dr. phil., o. Prof, G. Reg.-R.	(Physik)	4. 5. 64. (12. 6. 60.)
Müller, Friedrich	Dr. med., o. Prof.	(Innere Med.)	26. 7. 93.
Ostmann, Hugo	Dr. med, a.o. Prof.	(Otologie)	13. 11. 95.
Rathke, Bernhard	Dr. phil., a.o. Prof.	(Chemie)	14. 3. 84.
Schmidt, Ernst	Dr. phil, o. Prof., G. Reg.-R.	(Chemie)	11. 3. 85.
Schottky, Friedrich	Dr. phil., o. Prof.	(Mathematik)	15. 5. 95.
Tuczek, Franz	Dr. med., o. Prof.	(Psychiatrie)	15. 5. 95. (14. 3. 90.)
Zincke, Theodor	Dr. phil., o. Prof., G. Reg.-R.	(Chemie)	13. 1. 76.

B. Ausserordentliche.

Brauer, August	Dr. phil., Priv.-Doc.	(Zoologie)	17. 6. 96.
Buchholz, Albert	Dr. med., Priv.-Doc.	(Psychiatrie)	8. 12. 97.
Dietrich, Theodor	Dr. phil., Prof.	(Agricult.-Ch.)	15. 1. 96.
v. Drach, Alhard	Dr. phil., a.o. Prof.	(Mathematik)	11. 7. 66.
Enderlen, Eugen	Dr. med., Priv.-Doc.	(Chirurgie)	10. 2. 97.
Fritsch, Paul	Dr. phil., Priv.-Doc.	(Chemie)	21. 4. 96.
Hermann, Theodor	Dr. phil.		2. 7. 68.
Nebelthau, Eberh.	Dr. med., Priv.-Doc.	(Innere Med.)	15. 5. 95.
Ochsenius, Carl	Dr. phil. ,Consul a. D.		28. 6. 77.
Saxer, Franz	Dr. med., Priv.-Doc.	(Path. Anat.)	11. 11. 96.
Schaum, Carl	Dr. phil., Priv.-Doc.	(Physik. Chem).	11. 8. 97.
Schenck, Rudolf	Dr. phil., Priv.-Doc.	(Physik. Chem.)	11. 8. 97.
v. Schmidt, Carl	Dr. phil., Prof. em.	(Chemie)	21. 3. 97.
Weidenmüller, K.	Gymn.-Oberl. Prof.		14. 4. 82.
Wernike, Erich	Dr. med., a.o. Prof.	(Hygiene)	10. 2. 97.
Zumstein, Jacob	Dr. med, Priv.-Doc. Prof.	(Anatomie)	4. 11. 91.

Auswärtige Mitglieder.*)

Name	Titel	Fach	Ort	Datum
Axenfeld, Theodor	Dr. med., o. Prof.	(Ophthalmologie)	Rostock	(15. 1. 96.)
Barth, Adolf	Dr med., a.o. Prof.	(Otologie)	Leipzig	4. 11. 91.
Barth, Arthur	Dr. med., Prof., Oberarzt		Danzig	(13. 11. 95.)
Böhm, Rudolf	Dr. med., o. Prof., G. M.-R.	(Pharmakologie)	Leipzig	20. 5. 81.
Braun, Ferdinand	Dr. phil., o. Prof.	(Physik)	Strassburg	(8. 2. 78.)
Braun, Heinrich	Dr. med., o. Prof., G. M.-R.	(Chirurgie)	Göttingen	14. 3. 90.
Brauns, Reinhard	Dr. phil., o. Prof.	(Mineralogie)	Giessen	(27. 1. 83.)
v. Büngner, Otto	Dr. med., Prof., Dir. des Landkrankenh.		Hanau	(1. 5. 92.)
Busz, Karl	Dr. phil., a.o. Prof.	(Mineralogie)	Münster	(19. 6. 95.)
Claus, Karl	Dr phil., o. Prof. em.	(Zoologie)	Wien	10. 2. 64. (8. 2. 58.)
Dohrn, Rudolf	Dr. med., G. M.-R.	(Gynäkologie)	Kiel	10. 2. 64.
Falk, Ferd. August	Dr. med., a.o. Prof.	(Pharmakologie)	Kiel	(4. 5. 76.)
Fraenkel, Karl	Dr. med., o. Prof.	(Hygiene)	Halle	4. 11. 91.
Fürstenau, Eduard	Dr. phil., Stadtschulrath		Berlin	(25. 4. 60.)
Goebel, Karl	Dr. phil., o. Prof.	(Botanik)	München	27. 1. 88.
*Hehl R.	Berg-Ingen. a. D.		Berlin	(4. 3. 81.)
Kaemmerer, Herm.	Dr. phil., Prof.	(Chemie)	Nürnberg	29. 8. 66.
v. Koenen, Adolf	Dr. phil., o. Prof., G. Reg.-R.	(Geologie)	Göttingen	28. 4. 75. (10. 6. 69.)
Küster, Fr. Wilh.	Dr. phil., Prof.	(Physik. Chemie)	Breslau	(16. 7. 93.)
Mannel, Gottfried	Dr. med., G. Hof.-R.		Arolsen	(31. 8. 64.)
Pfannkuch, Wilh.	Dr. med, Pkt. Arzt		Cassel	(17. 1. 72.)
Pfeffer, Wilhelm	Dr. phil., o. Prof., G. R.	(Botanik)	Leipzig	(27. 4. 71.)
Plate, Ludwig	Dr. phil., Priv.-Doc., Prof.	(Zoologie)	Berlin	(27. 1. 88.)
*Rehn, Joh. Hein.	Dr. med., San.-R.		Frankf. a. M.	26. 41. 80.
Rein, Johannes	Dr. phil., o. Prof., G. Reg.-R.	(Geographie)	Bonn	1. 12. 76.
Rubner, Max	Dr. med., o. Prof., G. Med.-R.	(Hygiene)	Berlin	13. 1. 86.
Rumpf, Theodor	Dr. med., Prof., Dir. des neuen Allg. Krankenhauses		Hamburg-Eppendorf	14. 3. 90.

*) Die mit einem * bezeichneten sind correspondirende, die sämtlichen übrigen ehemalige einheimische Mitglieder.

Schell, Wilhelm	Dr. phil., Prof., Geh. Hofrath	(Mathematik)	Karlsruhe	29. 4. 57. (13. 2. 56)
Schmidt-Rimpler, Hermann	Dr. med., o. Prof., G. M.-R.	(Ophthalmologie)	Göttingen	15. 11. 71.
Schmidt, Rudolf	Dr. phil., G. Hof.-R.		Radebeul b. Dresden	13. 1. 64.
Schneider, Justus	Dr. med., S.-R. Dir., d. Landkrankh.		Fulda	(29. 11. 66.)
Schottelius, Max	Dr. med., o. Prof.	(Hygiene)	Freiburg i.B.	(11. 7. 77.)
Siemens, Friedrich	Dr. med., Dir. der Irrenanstalt		Lauenburg i. P.	19. 12. 79.
v. Sobieranski, W.	Dr. med., o. Prof.	(Pharmakologie)	Lemberg	(19. 6. 95.)
*Speck, Carl	Dr. med, San.-R.		Dillenburg	5. 4. 71.
Strahl, Hans	Dr. med., o. Prof.	(Anatomie)	Giessen	27. 1. 88. (14. 12. 80.)
Study, Eduard	Dr. phil., o. Prof.	(Mathematik)	Greifswald	(14. 3. 90.)
Uhthoff, Wilhelm	Dr. med., o. Prof.	(Ophthalmologie)	Breslau	4. 11. 91.
Weber, Heinrich	Dr. phil., o. Prof. G. Reg.-R.	(Mathematik)	Strassburg	11. 3. 85.
Weiss, Otto	Salinen-Inspector		Nauheim	(16. 5. 72.)
Wüllner, Adolf	Dr. phil., o. Prof. Geh Reg.-Rath.	(Physik)	Aachen	(8. 12. 58.)

Der Vorstand.

F. Marchand, Vorsitzender. O. v. Heusinger, Ständiger Schriftführer.

Engerer Ausschuss.

M. Bauer, Stellvertretender Vorsitzender. E. Hess. E. Kayser.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 1 Februar. 1897.

In der Sitzung vom 10. Februar 1897 gab Herr G.-R.-R. Prof. Dr. Max Bauer:

Beiträge zur Geologie der Seyschellen.

Die Seyschellen bilden die einzige Gruppe kleiner, tropischer, oceanischer Inseln von granitischer Natur. Alle anderen sind entweder vulkanisch oder von Korallen aufgebaut. Korallenbildungen fehlen freilich auch auf den genannten Inseln nicht, hierauf soll aber an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden. Verschiedene Reisende, die diese Gegenden besuchten, haben sich schon mit Beobachtungen über die geologischen Verhältnisse jener Eilande beschäftigt, aber alle ihre Mittheilungen sind kurz und beschränken sich meist darauf, den Granit als das wichtigste dort vorkommende Gestein, oder auch als das einzige zu erwähnen. Es ist aus allen diesen Gründen dankbar zu begrüssen, dass Herr Dr. Brauer bei einem einjährigen, hauptsächlich zoologischen Studien gewidmeten Aufenthalt auf den Seyschellen auch deren geologischem Aufbau seine Aufmerksamkeit zugewendet hat. Er hat zahlreiche Beobachtungen angestellt und in rationeller Weise ein reiches Gesteinsmaterial gesammelt, das im mineralogischen Institut der Marburger Universität deponirt und von mir petrographisch untersucht worden ist. Auf diesen Untersuchungen, sowie auf den mündlichen Mittheilungen des Herrn Dr. Brauer beruht der nachfolgende Bericht, der Dank der Bemühungen

Brauer's die Kenntniss der geologischen Verhältnisse jener fernen Inseln nicht unwesentlich über das bisherige Maass hinaus zu fördern vermag.

Wir werden mit einer ganz kurzen allgemeinen geologisch-petrographischen Skizze beginnen und daran eine nähere Beschreibung der einzelnen Gesteinstypen (die übrigens zunächst nur als eine vorläufige Mittheilung angesehen werden und der später eine ausführliche Schilderung folgen soll) anschliessen.

In Uebereinstimmung mit allen früheren Beobachtern bildet auch nach den Untersuchungen Brauer's der Granit das Hauptgestein der Inselgruppe und zwar ist es, wie gleichfalls schon zum Theil bekannt war, ein »syenitischer« Granit oder Amphibolgranit, resp. Amphibolbiotitgranit, in dem der Glimmer durchgehends ganz oder fast ganz durch Amphibol vertreten ist. Nur auf der Insel Silhouette, der drittgrössten der Gruppe, (nordwestlich von der Hauptinsel Mahé) und zwar an deren Südküste zwischen Point Haddon und Point Ramastu, von wo allein Stücke vorliegen, sowie auf der Insel Longue, östlich von Silhouette ist der Granit ersetzt durch einen typischen Syenit, der sich von jenem nur durch das vollständige Fehlen des Quarzes unterscheidet, sonst aber mit ihm in jeder Hinsicht übereinstimmt. Auch hier herrscht die Hornblende und der Biotit spielt daneben eine sehr untergeordnete oder gar keine Rolle.

An zahlreichen Stellen (auf der Hauptinsel Mahé an der Strasse Forêt noire, die von der an der Ostküste gelegenen Hauptstadt Mahé über die Berge nach der Westküste führt; in der Marée aux cochons, einem alten Walde s. w. von der Stadt Mahé; in den Thälern der Flüsse Mamelles (am Fusse des Wasserfalls) und Rochon etwas südlich von jener Stadt; sodann an der Ostküste des südlichen Theils der Insel Mahé zwischen Anse [1]) royale und Anse Forban; ferner auf den dieser Küste in geringer Entfernung vorliegenden Inseln Longue, aux Cerfs und Sud-Est; endlich an der Südküste der Insel Silhouette in der schon oben erwähnten Strecke zwischen Point Haddon und Point Ramastu) sind nach den Beobachtungen Brauer's die

1) = Bucht.

stockförmigen Granite und Syenite gangförmig durchsetzt oder deckenförmig überlagert, von zahlreichen, im Vergleich mit jenen beiden jüngeren Eruptivgesteinen. Diese sind zum Theil sehr dunkel bis ganz schwarz und feinkörnig bis dicht, so dass einzelne von ihnen echter Basalt zu sein scheinen, obwohl die genauere Untersuchung zeigt, dass sie anderen, geologisch älteren Gesteinstypen angehören, da sie weitgehende Umwandlungsprozesse zeigen, die wir unten zu betrachten haben. Nur einige wenige sind noch ganz in ihrem ursprünglichen Zustand, was vielleicht auf erheblich jüngeres Alter hindeutet. In diesem Falle würden sie nach ihrer Zusammensetzung zu den Doleriten zu rechnen sein.

Diese Gang- und Ergussgesteine, die den Granit und Syenit durchbrechen resp. bedecken, gehören verschiedenen, theils basischen, theils sauren Gesteinstypen an und zwar sind es die folgenden: Auf der Höhe der Strasse Forêt noire überlagert eine Decke von Felsitporphyr den Granit, ein Granitporphyr durchsetzt gangförmig den Granit zwischen der Anse royale und Anse Forban auf der Insel Mahé und ein ausgezeichneter Syenitporphyr tritt in derselben Weise im Thal des Mamelles-Flusses auf. An beiden Stellen beobachtet man auch Gänge von Hornblendevogesit im Granit und dasselbe Gestein trifft man in losen Stücken auf der Fregatteninsel, wo es wohl auch noch anstehend und zwar ebenfalls in Gangform wird aufgefunden werden. Besonders verbreitet sind Grünsteine aus der Familie der Diorite und Diabase, gleichfalls von Dr. Brauer vielfach an Ort und Stelle deutlich als Gänge beobachtet, mehrfach auch in den Handstücken so mit Granit verwachsen, dass an der Gangnatur nicht zu zweifeln ist. Diorite verschiedener Art wurden beobachtet auf der Insel Mahé an der Strasse Forêt noire, im Mamelles-Thal und zwischen der Anse royale und Anse Forban, sodann auf den Inseln aux Cerfs und Silhouette. Diabase wurden auf der Insel Mahé hauptsächlich in dem aus der Marée aux cochons kommenden Fluss als Rollsteine und ebenso im Thale des Rochon-Flusses, aber auch neben Diorit gangförmig im Granit des Mamelles-Thales am Fusse des Wasserfalls gesammelt. Hieran schliesst sich ein ausgezeichneter Labradorporphyrit, der am Strande der Insel Longue in mächtigen

Gängen den Syenit durchsetzt, sowie ein Melaphyr, dessen lose Stücke die Diabasblöcke im Rochon-Thale begleiten. Endlich ist der schon erwähnten vollkommen frischen und unveränderten, vielleicht zum Dolerit gehörigen Gesteine zu gedenken, die zwischen Anse Forban und Anse royale auf der Insel Mahé, sowie auf der Insel aux Cerfs gesammelt worden, an welch' letzterer Stelle Blöcke des Gesteins lose herumliegen.

Neben diesen weit verbreiteten Eruptivgesteinen der verschiedensten Art spielen Sedimentärgesteine eine ganz untergeordnete Rolle. Es sind nur an einigen wenigen Stellen Spuren solcher gefunden worden und zwar überall als Kontaktprodukte des Syenits und Granits, die auf früher dort vorhanden gewesene durch die Einwirkung jener Gesteine veränderte Thonschiefer hinweisen, welche vielleicht ursprünglich eine weite Verbreitung hatten. An der Südküste der Insel Silhouette findet man in der nächsten Nähe des Syenits einen ausgezeichneten Andalusithornfels und auf der Insel aux Cerfs eine hornsteinähnliche Adinole in Berührung mit dem dortigen Granit.

Wir betrachten nunmehr alle diese Gesteine etwas genauer, um daran dann die Schilderung der Art und Weise ihrer Verwitterung, sowie der aus ihnen entstehenden Verwitterungsprodukte (des Laterits) anzuschliessen.

A. Granit und Syenit.

Die Granite und Syenite, die das Grundgebirge der Seyschellengruppe bilden, haben manche übereinstimmenden Eigenschaften. Es sind fein- bis mittelkörnige, nie sehr grobkörnige Gesteine von grauer oder rother Farbe. Der Zusammensetzung nach sind es, wie schon erwähnt, Amphibolgesteine, in denen die Hornblende eine theils grüne theils braune Farbe zeigt. Der Mehrzahl nach sind es reine Amphibolgesteine von beiden Arten, also reine Amphibolgranite und — Syenite. Nur bei einigen Graniten tritt noch Biotit hinzu, der dann mit der Hornblende eng verwachsen zu sein pflegt, so dass er wohl durch Umwandlung aus der Hornblende hervorgegangen ist. Muscovit fehlt vollständig; keine Spur davon ist beobachtet worden.

Neben dem Orthoklas von der gewöhnlichen Beschaffenheit findet man nicht selten Mikroklin. Daneben ist mehr oder weniger plagioklastischer Kalknatronfeldspath vorhanden. Der Kalifeldspath ist stets durch Zersetzung stärker oder schwächer getrübt, aber häufig findet sich am Rande eine fast wasserhelle Umsäumung von deutlich gestreiftem Plagioklas, so dass eine ausgezeichnete zonare Struktur entsteht. Die Begrenzung der Feldspathe ist meist regelmässig; die der klaren Plagioklasrinde gewöhnlich anders, als die des trüben Orthoklaskerns. Nicht selten ist an dem Orthoklas der Granite die Manebacher Zwillingsbildung beobachtet worden. Die Hornblende, die vielfach zu einer braunen Masse zersetzt ist, erfüllt meist die zwischen den Feldspathkrystallen gelassenen Hohlräume, und ist deutlich xenomorph gegen diese. Sie ist also von späterer Entstehung als der Feldspath. Der Quarz ist in manchen dieser Granite von der gewöhnlichen Beschaffenheit der Granite Europas. In nicht wenigen Graniten ist er aber aus einzelnen rundlichen Quarzkörnchen zusammengesetzt, so dass er eine mosaikartige Struktur erhält. Zwischen diesen mosaikartig zusammengesetzten Quarzparthien liegen nicht selten auch einzelne grössere Quarzkörner, an deren Rande die einzelnen kleinen Körner des mosaikartigen Aggregats etwas in das grössere Korn eindringen, das so in seiner Form von jenen beeinflusst wird. Ebenso gehen da und dort tiefere Einläufe in das grössere Korn hinein, die von dem kleinkörnigen Gemenge erfüllt sind. Da dies auch von oben und von unten geschieht, so macht es im Schliff nicht selten den Eindruck, als ob die grösseren Quarzkörner kleinere von abweichender Orientirung, oder kleine Parthien des feinkörnigen Aggregats einschlössen. In den mosaikähnlichen Quarzparthien sind nicht selten auch grössere Feldspath- und Amphibol- und wo sie vorkommen auch wohl Biotitkörner eingeschlossen. Diese sind von den kleinen Quarzkörnchen, die am Rande den Umriss ebenso beeinflussen wie bei den grösseren Quarzen, zugleich oft so durchsetzt, dass von dem grösseren Krystall nur noch ein feines Maschengewebe übrig ist, in dessen Hohlräumen die Quarzkörnchen sitzen und das die letzteren gemeinsam umschliesst. Dieses ganze Verhalten

spricht entschieden gegen eine Bildung solcher Mosaikquarze durch mechanische Zertrümmerung grösserer Quarzkörner. In diesem Falle hätten doch auch vor allem die Feldspathkrystalle zertrümmert werden müssen, was aber nie der Fall ist. Kleine Feldspathkörnchen nehmen an dem feinkörnigen Gemenge niemals Theil, sondern ausschliesslich nur solche von Quarz.

Auch der Syenit ist nicht vollkommen quarzfrei, doch tritt dieser Bestandtheil gegen die übrigen sehr stark zurück. Er erfüllt stets miarolithische Hohlräume zwischen den automorphen Feldspathkrystallen und hat die unregelmässig geradlinige Gestalt dieser Hohlräume. Ueberhaupt ist die Struktur des Granits sowohl als des Syenits mehr oder weniger ausgesprochen miarolithisch. Es sind zahlreiche kleine Hohlräume vorhanden, in welche geradlinig begrenzte Ecken der umgebenden Gesteinsgemengtheile, besonders der Feldspathe, aber auch der Quarze in regelmässiger Ausbildung hineinragen. Neben diesen kleinen Höhlungen trifft man aber auch vielfach umfangreichere Drusenräume, in welche grosse, wohl auskrystallisirte Quarze und Feldspathe mit ihrem freien Ende hineingreifen, während das andere mit an dem Gesteinsgemenge theilnimmt. Das Vorkommen hat darnach eine ungemeine Aehnlichkeit mit dem von Baveno. Die Quarze aus diesen Drusen sind den Anwohnern wegen ihrer Härte aufgefallen, wesshalb sie dieselben Diamanten nennen. Bei den Bergkrystallen sprechen die Leute von weissen, bei den Rauchtopasen von schwarzen Diamanten. Auffallend ist, dass auch in den sonst fast quarzfreien Syeniten, u. A. in dem von der Insel Silhouette auf den Drusen neben den Feldspathen schöne und grosse Quarzkrystalle sitzen. Es hängt das wohl damit zusammen, dass überhaupt sich in diesen Gesteinen, wie wir gesehen haben, Quarz auf den miarolithischen Hohlräumen anzuhäufen und sie, wenn sie klein sind, auch ganz auszufüllen pflegt. Spalten und Klüfte in dem Syenit sind nicht mit Krystallen bedeckt, dagegen vielfach mit einer dicken traubigen Lage von weissem Kieselsinter überzogen.

Neben den oben schon genannten Hauptbestandtheilen finden sich noch einige accessorische, die hier noch erwähnt werden sollen. In den Graniten und Syeniten ist Titanit ziemlich ver-

breitet. Es sind theils automorphe Krystalle, wie gewöhnlich, zum Theil erfüllt aber das Mineral auch Hohlräume zwischen den Krystallen des Feldspaths und nimmt dadurch unregelmässig geradlinige Formen an, wie wir es schon oben von der Hornblende gesehen haben. Es ist also offenbar neben einer ersten noch eine zweite Generation von Titanit vorhanden, der im Gegensatz zu den Krystallen ganz am Schluss der Gesteinsbildung entstanden ist. In beiden Gesteinen sind auch Zirkonkryställchen von der bekannten Ausbildung und Beschaffenheit verbreitet, theils einzeln, theils zu mehreren neben einander liegend. Im Syenit ist das letztere Mineral immerhin etwas seltener, als im Granit, wo es wesentlich an den Quarz gebunden, an ihn an- oder in ihm eingewachsen vorkommt.

B. Gang- und Ergussgesteine.

Die Gang- und Ergussgesteine, die den Granit und Syenit an vielen Stellen durchsetzen, oder ihnen deckenförmig aufgelagert sind, sind die folgenden:

1) Granitporphyr. Der Granitporphyr ist den zwischen der Anse Forban und Anse royale auf Mahé herumliegenden Granitblöcken fest angewachsen, so dass wohl zweifellos ein gangförmiges Vorkommen im Granit anzunehmen ist. Für das blosse Auge besteht das Gestein aus einer fein zuckerkörnigen Grundmasse von sehr heller gelblicher Farbe, in der zahlreiche vollkommen farblose Feldspathlamellen und Quarzkörnchen z. Th. von deutlich dihexaëdrischer Form eingewachsen sind. Unter dem Mikroskop besteht die Grundmasse aus rundlichen Quarzkörnchen mit zahlreichen mehr eckigen Feldspathen von etwas erheblicherer Grösse, theils Orthoklas, theils Plagioklas. Die Einsprenglinge sind grössere Feldspathe nicht blos von Leisten- sondern auch von unregelmässiger Körnerform und von derselben Beschaffenheit, wie der Feldspath der Grundmasse. Daneben liegen zahlreiche Quarze, meist unregelmässig begrenzt, z. Th. aber auch im Schliff deutlich die Dihexaederform, aber allerdings stets mit unregelmässigen Aussenflächen zeigend. Die Quarzeinsprenglinge enthalten zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse und wie die grösseren Feldspathe Einschlüsse der Grundmasse, die auch

nicht selten seitlich in schlauchförmigen Parthien mehr oder weniger weit in das Innere der betreffenden Krystalle eindringt. Glimmer und Hornblende fehlen anscheinend ganz, dagegen finden sich einzelne Opacitkörnchen und -Kryställchen. Die ganze Masse hat eine ungemein grosse Aehnlichkeit mit den Graniten mit mosaikartig ausgebildetem Quarz. Vielleicht hat man es mit einem porphyrisch erstarrten Nachschub im Granit zu thun, die Sammlung enthält aber leider keinen Granit aus jener Gegend der Insel.

2) Felsitporphyr. Er bildet ein licht fleischrothes stark zersetztes dichtes Gestein mit zahlreichen winzigen trübweissen Krystallen von Feldspath als für das blosse Auge sichtbare Einsprenglinge in der Grundmasse, zu denen sich einige kleine braune Prismen von Hornblende gesellen. Unter dem Mikroskop erkennt man eine stark durch ausgeschiedenes Eisenoxyd gefärbte mikrofelsitische Grundmasse, in der zu ziemlich gleichen Theilen und in gleicher Grösse eingesprengte unregelmässig begrenzte Quarz- und Feldspathkörnchen liegen, von denen die ersteren makroskopisch gar nicht hervortreten. Nach den Beobachtungen von Dr. Brauer bildet dieser Felsitporphyr am Ende der Strasse, Forêt noire, in einer Meereshöhe von 500 Metern eine Decke über dem Granit, die durch den Bau der Strasse blossgelegt worden ist. Diese Decke ist ihrerseits überlagert von Granitblöcken und Laterit.

3) Syenitporphyr. Der Syenitporphyr bildet einen Gang im Granit des Mamelles-Thales auf der Insel Mahé am Fusse des Wasserfalls. Es ist ein hellgraues Gestein, in dessen feinkörniger Grundmasse zahlreiche grössere leistenförmige Orthoklaskrystalle eingesprengt sind. Unter dem Mikroskop zeigen diese einen deutlichen zonaren Aufbau, und eine Umrandung von kleinen, grünen, rundlichen Hornblendekörnern. In einzelnen Krystallen bilden letztere auch eine innere Zone parallel der äusseren Umgrenzung, also eine Umrandung in einem früheren Stadium der Ausbildung, dem später eine weitere Fortwachsung bis zur jetzigen Grösse folgte. Die Grundmasse besteht aus grösseren ganz unregelmässig gestalteten Orthoklaskörnern mit wenig Plagioklas, zwischen denen einzelne Hornblendekörner liegen von

derselben Beschaffenheit wie die, welche in grösserer Menge um die Einsprenglinge herum und in ihnen angehäuft sind.

4) Hornblendevogesit. Der Hornblendevogesit bildet im Mamelles-Thal am Fusse des Wasserfalls mehrere Gänge im Granit und durchsetzt dort auch den eben beschriebenen Syenitporphyr. Auf der Fregatteninsel findet er sich in losen Blöcken, die jedenfalls auch aus Gängen stammen und ebenso zwischen der Anse royale und Anse Forban auf Mahé. Ueberall bildet er feinkörnige bis dichte Gesteine, die wenn frisch dunkelgrau, wenn im Beginn der Zersetzung heller gefärbt sind. Der Vogesit von der letztgenannten Lokalität ist mandelsteinförmig ausgebildet; die nicht sehr zahlreichen Mandelräume sind mit Kalkspath erfüllt, einige sind wohl durch Auflösen und Wegführen des Kalkspaths ganz oder auch nur zum Theil leer. Unter dem Mikroskop sieht man, dass das Gestein der Fregatteninsel, das am typischsten ausgebildete ist, aus kleinen braunen Hornblendeprismen und schmalen Orthoklasleistchen besteht. In der so gebildeten Grundmasse sind einzelne grössere Krystalle von Augit und Olivin eingewachsen, beide von regelmässiger Begrenzung. Beide Mineralien sind fast vollständig zersetzt. Der Augit ist in eine grüne chloritische Masse übergegangen, die ihrerseits von innen her Epidot gebildet hat, so dass jeder zersetzte Augit einen Epidotkern umschliesst, wozu sich da und dort etwas Kalkspath gesellt. Der Olivin ist in Pilit umgewandelt; er bildet eine gelbe, wahrscheinlich serpentinartige Substanz, in der zahlreiche hellgrüne Nädelchen von Hornblende kreuz und quer durcheinanderliegend eingewachsen sind. Apatitnädelchen sind reichlich vorhanden, Opacit fehlt fast vollständig.

5) Diorit. Die ziemlich verbreiteten Diorite sind reine Hornblendediorite, Biotit fehlt ganz oder ist doch äusserst sparsam vorhanden und dann mit Hornblende verwachsen. Diese ist bald grün, bald braun und in einzelnen hierhergehörigen Gesteinen ausgesprochen schilfig. Nur in wenigen Dioriten fehlt der Quarz, in der Mehrzahl ist er vorhanden, zum Theil in ziemlicher Menge. Das Aussehen der meisten Vorkommen ist frisch, doch ist die Hornblende meist sehr stark, der Feldspath weniger umgewandelt. Eisenerze sind überall spärlich.

a) Quarzfreier Diorit. Ein Gestein dieser Art bildet einen Gang im Granit auf der Insel aux Cerfs. In einer schwarzen feinkörnigen Grundmasse sind zahlreiche etwa erbsengrosse rundliche Feldspathkrystalle porphyrartig ausgeschieden, die auf einer angewitterten Oberfläche warzenförmig hervorragen. Unter dem Mikroskop erweist sich dieser Diorit als ein fast zu gleichen Theilen aus Feldspath- und Hornblendekörnern bestehendes Gemenge. Der Feldspath ist zum grössten Theil gestreift, doch sind daneben auch viele ungestreifte Orthoklaskörner vorhanden. Zahlreiche Feldspathe enthalten einen Kern von Epidot, der sich in ihnen durch Umwandlung von innen heraus gebildet hat. Die Hornblende ist braun und hier vollkommen frisch. Quarz fehlt ganz. Die Feldspatheinsprenglinge sind stark zersetzt.

Ein ähnliches Gestein durchsetzt den Syenit der Insel Silhouette zwischen Point Haddon und Point Ramastu. Er ist aber nicht porphyrisch ausgebildet, enthält dagegen einzelne grössere Quarzkörner, die jedoch nach ihrem ganzen Verhalten fremde Einschlüsse sind. Auch ist der Feldspath, hier fast ausschliesslich Plagioklas; er ist unzersetzt und zeigt keine Umwandlung in Epidote.

b) Quarzdiorit. Der Quarzdiorit hat von allen Dioriten die grösste Verbreitung. Er findet sich in Gängen im Granit im Mamelles-Thal auf Mahé und im Syenit auf der Insel Silhouette zwischen Point Haddon und Point Ramastu. Es sind fast ausschliesslich hellgrünlichgraue feinkörnige Gesteine, vielfach mit einer braunen Verwitterungsrinde. U. d. M. zeigt der Feldspath, der fast ohne Ausnahme Plagioklas ist, die Form kurzer dicker Leisten von mehr oder weniger regelmässiger Gestalt, zuweilen bildet er auch ganz regellos begrenzte Körner. Die Hornblende bildet meist kurze und dicke, zuweilen auch längere und dünnere Prismen mit nicht sehr geradliniger seitlicher und unregelmässiger endlicher Begrenzung, aber auch hier fehlen ganz regellose Formen nicht, die wohl Querschnitte durch die dickeren Prismen darstellen. Quarz ist fast in allen Schliffen in ziemlicher Menge vorhanden, überall als Ausfüllung der Zwischenräume zwischen den anderen Bestandtheilen. Diese haben alle eine weitgehende Zersetzung erlitten. Die Horn-

blende ist so gut wie vollständig in grünen dichroitischen Chlorit übergegangen, der nur noch da und dort spärliche Reste des ursprünglichen Minerals enthält, in denen man aber mit Sicherheit einen braunen Amphibol erkennt. Der Chlorit seinerseits ist zum Theil in Epidot umgewandelt, dessen hell gelblichgrüne Körner man schon makroskopisch deutlich erkennt. Die letztere Umwandlung hat auch, und zwar noch in weit höherem Masse, der Feldspath erlitten. Jeder Feldspathkrystall enthält einen grösseren oder kleineren Kern von Epidot ganz in der Weise, wie es schon oben bei der Betrachtung des quarzfreien Diorits von der Insel aux Cerfs beschrieben wurde. Ganz frischer Feldspath umgiebt diese meist unregelmässig begrenzten, zuweilen auch die charakteristischen Querschnitte und Blätterbrüche des Epidots zeigenden Körner mit einer oft dickeren, vielfach aber auch nur sehr dünnen Hülle. Diese Erscheinung ist hier eine an allen Feldspathen allgemein zu beobachtende, während sie bei dem oben genannten quarzfreien Diorit mehr eine Ausnahme bildet. Sie ist wohl darauf zurückzuführen, dass das hier wie so häufig bei den Plagioklasen basischere Centrum der Umwandlung in Epidot leichter zugänglich war als die saureren Randtheile, die nach den Auslöschungsverhältnissen dem Oligoklas angehören.

c) Quarzdiorit mit schilfiger Hornblende. Ein dunkelgrauer, braun verwitternder Diorit aus einem Gang zwischen der Anse Forban und Anse royale auf Mahé zeigt u. d. M. die Hornblende in ausgesprochen schilfiger Beschaffenheit. Jedes der übrigens nicht besonders zahlreichen Hornblendeprismen besteht aus einer Anzahl parallel verwachsener hellgrüner, in ihrer Zusammenhäufung dunkler grüner nicht stark dichroitischer Nädelchen, von denen einzelne auch isolirt in dem umgebenden Feldspath liegen. Sie sind verschieden lang und ragen in den grösseren Prismen an den Enden mehr oder weniger weit hervor, so dass ganz unregelmässige terminale Begrenzungen entstehen, während die Seiten meist ziemlich geradlinig sind. Der Feldspath ist weit überwiegend Plagioklas; er bildet kurze, dicke Leisten von meist ziemlich regelmässiger Begrenzung, in deren Zwischenräumen der Quarz als letzte Bildung erscheint.

Titanit ist ziemlich reichlich vorhanden, auch hier wie der Quarz in den Zwischenräumen zwischen den Feldspathleisten; er ist also im Gegensatz zu dem sonst Ueblichen nach dem Feldspath zur Krystallisation gelangt. Automorphe Krystalle von Titanit scheinen in diesem Gestein gar nicht vorzukommen. Auch Zirkon fehlt nicht.

Weniger ausgesprochen aber doch immer noch deutlich schilfig ist die Hornblende eines sonst dem eben beschriebenen sehr ähnlichen Diorits, der, gleichfalls als Gang im Granit, an der Strasse Forêt noire auf der Insel Mahé, vorkommt. Dagegen sind hier die einzeln im Feldspath liegenden hellgrünen bis fast farblosen Hornblendenädelchen sehr reichlich vorhanden und zeigen in ausgezeichneter Weise die Erscheinung der sog. »gewanderten Hornblende«. Titanit und Zirkon finden sich hier wie in dem zuletzt betrachteten Gestein.

6) Diabas. Der Diabas, der überall Olivindiabas ist, hat wie der Diorit eine ziemlich weite Verbreitung. Im Norden der Insel Mahé findet er sich in losen Stücken in dem Fluss, der aus der Marée aux cochons kommt, in derselben Weise im Rochon-Flusse, in Form von Gängen im Granite des Mamelles-Thal am Fuss des Wasserfalls. Ueberall sind es feinkörnige schwarze Gesteine, deren Farbe durch beginnende Verwitterung ins dunkelgrüne übergeht. Ein Stück vom Rochonfluss zeigt die charakteristische Kugelform, die der Diabas so häufig durch Verwitterung annimmt.

Besonders charakteristisch ausgebildet ist das Gestein von der Marée aux cochons, doch sind ihm alle andern im Wesentlichen gleich. Die Struktur ist ausgezeichnet ophitisch. Die Zwischenräume zwischen den Feldspathleisten werden durch braunen Augit ausgefüllt und dazwischen liegen zahlreiche wohlumgrenzte Olivinkrystalle. Dazu gesellen sich noch ziemlich viele und grosse Tafeln und Leisten von Ilmenit. Aber während der Feldspath seine frische Beschaffenheit ziemlich bewahrt hat, sind der Augit und der Olivin fast vollständig umgewandelt. Der Augit ist in dunkelgrüne, etwas dichroitische, fasrige Hornblende (Uralit) übergegangen, sodass dazwischen nur noch wenige Reste des Augits liegen. Der Olivin ist pilitisirt; sein Raum

wird von einem Gewirr hellgrüner, kaum dichroitischer, z. Th. sehr grosser Hornblendenadeln eingenommen, die im Gegensatz zu den parallel liegenden Uralitfasern sich nach allen Richtungen durchkreuzen. Zwischen ihnen liegt wenig schmutziggrüne, chloritische oder serpentinartige Substanz, die durch Salzsäure zersetzt und nachher durch Fuchsin lebhaft roth gefärbt wird. Man kann an dieser Beschaffenheit den Pilit auch dann erkennen und vom Uralit unterscheiden, wenn die Umrisse zuweilen Zweifel lassen, ob man es mit Olivin zu thun hat. Ein Unterschied besteht auch darin, dass der Uralit ganz von Magneteisenkörnchen durchsetzt ist, während der Pilit gar keine enthält.

Zum Olivindiabas gehört auch der ausgezeichnete Labradorporphyr, der an der Küste der Insel Longue Gänge im Syenit bildet. Er zeigt eine feinkörnige dunkelgrüne Grundmasse mit weissen Flecken, in welcher Plagioklaskrystalle von enormer Grösse eingewachsen sind. Der grösste an einem Ende abgebrochene ist trotz des fehlenden Stückes noch 7 Ctm. lang und der breiteste, ebenfalls abgebrochene 5 Ctm. dick. Diese deutlich gestreiften, ziemlich regelmässig begrenzten Feldspathe sind in der Mitte braun und stark und zwar etwas fettig glänzend, nach aussen hin werden sie allmählich farblos und matter. Die Grundmasse erweist sich u. d. M. als ein Olivindiabas mit uralitisirtem Augit und pilitisirtem Olivin, der von dem oben beschriebenen in keinem Punkt wesentlich abweicht.

7) Melaphyr. Der Melaphyr ist auf das Bett des Rochon-Flusses beschränkt, wo er in Form von Rollsteinen gesammelt worden ist. Es ist ein vollkommen dichtes, tiefschwarzes Gestein, auf dessen frischem Bruch einzelne Feldspathleistchen hervor treten. Auch durch Verwitterung wird die schwarze Farbe nicht geändert, wie bei den unter diesen Umständen sich meist bräunenden Dioriten und Diabasen. U. d. M. erweist sich das Gestein als ein mit winzigen Feldspathleisten und Magneteisenkörnchen durchsetztes braunes Glas, in dem grössere Plagioklasleisten, rundliche Körner von hellbraunem Augit und vollständig zu einer schmutziggrünen Substanz umgewandelte scharf und regelmässig umgrenzte Olivinkrystalle eingewachsen sind.

8) Dolerit? Die olivinhaltigen Diabase und Melaphyre sind, wie wir gesehen haben, alle dadurch ausgezeichnet, dass der Olivin vollkommen zersetzt ist, so dass kaum noch Spuren des ursprünglichen Minerals übrig geblieben sind. Im Gegensatz dazu ist in den beiden folgenden Gesteinen der Olivin fast vollkommen frisch und zeigt kaum Spuren einer beginnenden Umwandlung. Es liegt nahe, sie aus diesem Grunde für jünger zu halten, als die Diabase und zwar für Dolerite, obwohl selbstverständlich ein vollgültiger Beweis für ein so geringes geologisches Alter in dem Zustande des Olivins nicht gefunden werden kann. In ihrer Zusammensetzung und Struktur gleichen sie den Olivindiabasen sehr. Es sind ebenfalls ophitische Gemenge von Plagioklas und Augit mit zwischengelagerten Olivinkrystallen und -Körnern, in denen auch der Augit vollkommen frisch und von einer violettbraunen Farbe ist, wie etwa in dem Dolerit von Meiches. Wenn diese Gesteine keine Dolerite sind, können sie nicht vom Olivin-Diabas getrennt werden, als dessen, im Gegensatz zu den übrigen, oben beschriebenen, vollkommen frische und unzersetzte Varietäten sie sich dann darstellen würden. Die deutlich körnigen schwarzen Gesteine finden sich lose zwischen der Anse Forban und Anse royale auf Mahé, wo die vorliegenden Handstücke von einer der am Wege liegenden Säulen abgeschlagen wurden. Die säulenförmige Absonderung würde ebenfalls mehr für ein Glied der Basaltfamilie als für Diabas sprechen. Ein anderes ganz ähnliches Gestein stammt von der dicht beim Point Larue gelegenen Insel Sud-Est, wo es gleichfalls in losen Blöcken herumliegt. Ein endgültiges Urtheil über das Alter dieser Gesteine wird man wohl nur von ferneren Untersuchungen an Ort und Stelle erwarten dürfen.

C. Sedimentärgesteine.

Solche sind bisher von den Seyschellen noch nicht beschrieben worden. In der That scheinen sie hier auch nur in geringer Ausdehnung und Verbreitung vorzukommen und alles, was man jetzt davon kennt, steht in bestimmter Beziehung zu den Eruptivgesteinen: es sind Kontaktgesteine der letztern, offenbar durch sie metamorphosirte Thonschiefer.

Auf der Insel Silhouette findet sich in unmittelbarer Nähe des Syenits ein vollkommen dichtes schwarzes Gestein, das sich als ein ausgezeichneter Andalusithornfels erwies. U. d. M. bemerkt man ein stellenweise fast undurchsichtiges Gemenge von winzigen Quarz- und Magneteisenkörnchen, das nur da, wo letztere sparsamer werden, Licht hindurch lässt. Die Menge des Magneteisens, das sich mit dem Magnet aus dem feinen Pulver ausziehen lässt, ist so gross, das der Hornfels auch die Kompassnadel in lebhafte Bewegung setzt. In diesem Gemenge sind zahlreiche Andalusitkryställchen eingewachsen, theils farblos, theils röthlich und dann mit dem bekannten charakteristischen starken Dichroismus. Die Kryställchen liegen alle einzeln und zeigen nicht die beim Andalusit so häufige Aggregation zu büschelförmigen Gruppen.

Von der Insel aux Cerfs stammt ein hellgraues, weiss gestreiftes, dünnplattiges, glatt und uneben bis muschlig brechendes, über feldspathhartes, an feinsten Kanten v. d. L. schmelzbares Gestein, das wohl sicher ebenfalls ein Kontaktprodukt ist. Brauer bezeichnet es als gangförmig im Granit vorkommend, doch gleicht es mehr einem Diabaskontaktgestein, einer Adinole. U. d. M. zeigt es sich als ein äusserst feinkörniges Aggregat, vielleicht von Feldspath und Quarz ohne grössere eingewachsene Krystalle.

Von Sedimenten finden sich darnach nur durch Kontaktmetamorphose gehärtete Gesteine. Man darf aber aus diesen spärlichen Vorkommnissen schliessen, dass die Inseln ursprünglich von einer zusammenhängenden Sedimentärdecke überzogen gewesen sind, die allmählich bis auf einige wohl an besonders geschützten Stellen liegende Reste durch die Erosion zerstört worden sind. Nicht unwahrscheinlich ist es dass eine eingehende geologische Untersuchung des Landes eine grössere Ausdehnung der Sedimentärschichten ergiebt und vielleicht auch Thonschiefer entdecken lässt, die nicht kontaktmetamorphisch verändert, sondern fossilführend sind. Diese würden dann wohl eine genauere Bestimmung der Altersverhältnisse auch der obenbeschriebenen Eruptivgesteine ermöglichen, die vorläufig bei unsern jetzigen Kenntnissen unausführbar ist.

D. Verwitterung.

Eine Folge der Verwitterung und Erosion sind die mehr oder weniger ausgezeichnet ausgebildeten Rillen, die sich über senkrechte oder nahezu senkrechte Felswände auf allen den genannten Gesteinen zuweilen über eine Höhe von 35 Meter hinziehen. Die Rillen beginnen oben flach und schmal, werden auf ihrem Gang in der Vertikalebene abwärts nach unten zu immer breiter und tiefer, bis über ½ Meter breit und tief. Dabei verzweigen sie sich vielfach und vereinigen sich mit den benachbarten. Sie stehen so gedrängt, dass zwischen ihnen scharfe Grate mit eigenthümlich geglätteten Flächen übrig bleiben. Auch an einzelnen Blöcken sieht man an entsprechenden Flächen solche Rinnen, nicht selten so tief eindringend, dass sie den Block völlig in zwei Theile schneiden. Sind die Wände weniger steil als unter etwa 70° geneigt, dann fehlen die Rillen, es tritt plattige Absonderung des Gesteins in der Richtung der Begrenzungsfläche auf. Die Rillen sind das Produkt der Einwirkung von Sand auf die Gesteine, der vom Regen über jene sehr steilen Flächen weg in die Tiefe gewaschen wird und der seinerseits durch Verwitterung der Granite entsteht.

Viel wichtiger als die Rillen ist aber der Laterit, der über alle Inseln der Seyschellengruppe viel verbreitet ist wie in allen tropischen und zum Theil auch subtropischen Ländern, in Brasilien, Indien, Afrika, im südlichen Spanien etc. Der Laterit bildet gelbe, braune und rothe Massen die nichts anders sind als zersetzte Silikatgesteine der verschiedensten Art. Nicht selten sieht man die Granitberge von einer bis 3 Meter mächtigen Lateritdecke überlagert, in der einzelne Granitblöcke von zum Theil erheblicher Grösse eingeschlossen sind, die ganz allmählich in den Laterit übergehen. Es ist kein Zweifel, dass man es hier mit einer Umwandlung von Granit in Laterit zu thun hat. Aber nicht der Granit allein liefert Laterit, auch alle die andern genannten Gesteine, so namentlich auch der Diabas. Wir haben oben gesehen, dass dieser zuweilen durch Verwitterung die bekannten charakteristischen Kugeln bildet. Kugeln von ganz derselben Art und Gestalt kommen vor, die aber ohne ihren

Zusammenhalt zu verlieren, ganz in Laterit übergegangen sind und die im Inneren noch deutlich die Diabasstruktur erkennen lassen.

So stellt sich also nach der Beobachtung des Vorkommens der Laterit auch auf den Seyschellen dar als ein in situ entstandenes Verwitterungsprodukt der die Inseln zusammensetzenden krystallinischen Silikatgesteine, und dasselbe zeigt auch die mikroskopische Untersuchung. Diese muss allerdings angestellt werden an noch nicht zu stark umgewandelten Gesteinen; ist die Umwandlung zu weit vorgeschritten, so ist der Schliff sehr schwer und nur unvollkommen durchsichtig zu erhalten. Untersucht man einen Granit von jener Beschaffenheit so ist der Quarz selbstverständlich unverändert geblieben; der Feldspath ist zunächst in ein Aggregat feinster Körnchen und Plättchen übergegangen wie bei der gewöhnlichen Verwitterung, er ist kaolinisirt. Aber der Kaolin der in aussertropischen Gegenden des Endprodukt der Verwitterung zu sein pflegt, ist dann seinerseits stellen- und strichweise weiter in eine gelbe, braune bis rothe, da und dort vollkommen durchsichtige, in anderen Parthien aber auch nur durchscheinende bis undurchsichtige Substanz übergegangen, die da wo sie durchsichtig ist, vollkommen isotrop erscheint. Wo im Feldspath oder im Gesteinsgemenge bei der Verwitterung ein Hohlraum entsteht, bildet diesselbe Substanz concentrisch-schalige Ausfüllungen mit rundlicher traubiger Oberfläche. Behandelt man einen solchen Schliff mit HCl, so werden diese braunen, rothen und gelben Parthien zersetzt und färben sich dann mit Fuchsin lebhaft roth. Es ist also ein durch HCl zersetzbares Eisensilikat, dass sich an dem Gestein gebildet hat und das neben Kieselsäure wesentlich nur Thonerde und Eisenoxyd enthält. Das Eisen, das zur Bildung dieses Silikats aus dem Feldspath erforderlich ist, stammt offenbar aus den eisenhaltigen Bestandtheilen des Gesteins, hier aus der Hornblende, die ebenfalls zersetzt und vielfach ganz entfärbt ist.

In der Bildung jenes Silikats scheint das Wesen der Lateritbildung, wie sie in den Tropen vor sich geht, zu liegen, im Gegensatz zu den Verwitterungserscheinungen in aussertropischen Himmelsstrichen, wo es unter gewöhnlichen Umständen bei der Kaolinisirung der Feldspathe bleibt.

Der Grund dieser eigenthümlichen zur Lateritbildung führenden Umwandlungsprocesse in den Tropen im Gegensatz zu der Kaolinbildung der aussertropischen Gesteine wird zum Theil in den starken tropischen Gewittern gesucht. Diese theilen der Luft durch die vielen heftigen electrischen Entladungen eine verhältnismässig grosse Masse Salpetersäure mit, die ihrerseits auf die Gesteine einwirkt und ihre Umwandlung anders führen soll, als in den gewitterarmen aussertropischen Gegenden. Dieser Grund der Lateritbildung ist aber für die Seyschellen jedenfalls hinfällig, da dort ausserordentlich wenige und keine starken Gewitter stattfinden. Man hat auch die Umwandlung der Gesteine zu Laterit auf die Thätigkeit von Nitrobakterien zurückzuführen gesucht. Meine Präparate haben nichts darauf bezügliches erkennen lassen. Leider gestattet die Spärlichkeit meines Materials nicht, die Untersuchung des Laterits weiterzuführen.

Mit dem Laterit hängt offenbar auch das eigenthümliche Gestein zusammen, das auf der Fregatteninsel auf ausgedehnten Strecken die Oberfläche bildet und das in seiner bis zu ½ Meter gehenden Mächtigkeit durchbrochen werden muss, um beim Pflanzen von Palmen auf den kulturfähigen schwarzen Boden zu kommen. Es ist ein poröses hellgelbes, bräunliches oder graues Gestein, das stellenweise etwas abgerollte Brocken von Granit und alle möglichen anderen Gesteinen enthält und das ausserdem rundliche und unregelmässig gestaltete Klumpen eines rothen Eisenerzes mit scheinbar verschlackter Oberfläche beherbergt. U. d. M. erweist es sich in der Hauptsache als ein Trümmergestein, das in einer gelben bis rothen vollkommen isotropen Grundmasse zahlreiche ebenfalls an den Kanten und Ecken etwas gerundete Quarzkörner von der Beschaffenheit des Granitquarzes einschliesst. Das Ganze ist manchmal nicht unähnlich einem vulkanischen Tuff. Das gelbe Cement des Gesteins verhält sich Säuren gegenüber wie auch im Aussehen genau wie die gefärbte Masse des im Uebergang zum Laterit befindlichen Granits etc.; es wird von Salzsäure unter Ausscheidung von Kieselgallerte und unter Entfärbung zersetzt. Man hat es also wohl auch hier mit einem Laterit zu thun, der aber mit noch unzersetzten Gesteinsbrocken und Quarzkörnchen

zusammen durch Wasser von seinem ursprünglichen Ort weggeschwemmt und in der erwähnten ausgedehnten Decke von neuem zur Ablagerung gebracht worden ist. Es ist also ein Laterit auf sekundärer Lagerstätte oder besser ein Sandstein mit lateritischem Bindemittel, ein Lateritsandstein.

Betrachten wir nun zum Schluss, welche Gesteine von den verschiedenen Inseln untersucht worden sind (abgesehen von dem Laterit und den damit in Zusammenhang stehenden Sandsteinen der Fregatteninsel) so erhalten wir das folgende:

Insel Silhouette: Syenit, in dessen Drusenräumen Feldspath- und Quarzkrystalle sitzen und der auf Spaltenwänden mit Krusten von Kieselsinter bedeckt ist. Er wird zwischen Point Ramastu und Point Haddon von Gängen von quarzfreiem Diorit, sowie von Quarzdiorit mit reichlichem Epidot durchbrochen. Granit wurde auf dieser Insel nicht gesammelt.

Insel Praslin: Grobkörniger hellröthlicher Granit, zum Theil frisch, zum Theil stark zersetzt.

Insel aux Fregates: Feinkörniger stark zersetzter Granit, Hornblendevogesit und andere Gesteine aus der oben betrachteten Lateritsandsteindecke. Anstehendes Gestein von dieser Insel liegt nur von der Südwestecke vor und zwar ein ebenfalls feinkörniger röthlicher Granit.

Insel Mahé: a) In der Nähe der Stadt Mahé ist feinkörniger bis mittelkörniger Granit von grauer Farbe verbreitet, zum Theil mit Mosaikquarz, zum Theil mit solchem von der gewöhnlichen Beschaffenheit. b) von der Strasse Forêt noire stammt ziemlich grobkörniger Amphibolgranit, der von röthlichem zersetztem Felsitporphyr deckenartig überlagert und von Quarzdiorit mit grüner schilfiger Hornblende gangförmig durchbrochen wird. c) Im Rochon-Flusse wurden Geschiebe von Olivindiabas, zum Theil auch durch Verwitterung kugelförmig abgesonderter Olivindiabas, sowie Geschiebe von Melaphyr gesammelt. Olivindiabas findet sich auch in den Geschieben des Flusses, der aus der Marée aux cochons kommt. d) Am Mammelles-Fluss und zwar am Fusse des Wasserfalls wurden beobachtet und zwar gangförmig im Granit: Quarzdiorit mit Epidot, Olivindiabas

mit pilitisirtem Olivin und uralitisirtem Augit, Quarzdiorit mit Epidot, Hornblendevogesit und Syenitporphyr. e) Bei Point Larue und von hier bis Cascade ist nur Amphibolbiotitgranit bekannt. f) Ebenso noch weiter südlich an der Ostküste zwischen Anse Forban und Anse royale, wo der Granit durchbrochen ist von Gängen, die aus Quarzdiorit mit schilfiger Hornblende, aus Hornblendevogesit und aus Granitporphyr bestehen. Ein dem Olivindiabas ähnliches Gestein mit ganz frischem Olivin, das danach Dolerit sein könnte, liegt in säulenförmig abgesonderten Stücken am Wege.

Insel aux Cerfs: In dem Granit, von dem aber keine Probe vorliegt, bildet quarzfreier porphyrischer Diorit einen Gang. Daselbst ist auch das adinoleartige Gestein gefunden worden, das wahrscheinlich als ein Kontaktgestein irgend einer Art aufzufassen ist.

Insel Longue: Von hier kennt man einen grobkörnigen Syenit, der am Meeresufer von einem Labradorporphyr mit Plagioklaseinsprenglingen von enormer Grösse gangförmig durchbrochen wird. Granit wurde hier nicht gesammelt.

Insel Sud-Est: Von hier stammt ebenfalls ein dem Olivindiabas ähnliches Gestein mit frischem Olivin, das vielleicht zum Dolerit zu rechnen ist.

Von eingegangenen Schriften waren aufgelegt:

Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg Jahrg. 37. Berlin 1896.
Societatum litterae. Jahrg. IX 10—12. Jahrg. X 1—6.
Helios Jahrgang 13, 7—12.
Berichte des naturwissenschaftlichen Vereins zu Regensburg. Heft V. Regensburg 1896.
XXV. Jahresbericht des Vereins für Naturkunde zu Linz. Linz 1896.
Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien. Bd. 36. Wien 1896.
Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1896. Nr. 6—12.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 2 März. 1897

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 10. März sprach Herr Privatdocent Dr. August Brauer:

Ueber die Bildung der Keimblätter, des Mesoderms und der Chorda bei Blindwühlen. (Vorläufige Mittheilung).

Ein längerer Aufenthalt auf den Seyschellen gab mir günstige Gelegenheit, reichliches Material zum Studium der Entwicklung und der Anatomie der beiden Arten Hypogeophis rostratus und H. alternans zu sammeln. In Bezug auf den Bau des Eies, die Ablage und die Brutpflege seitens der Mutter und ebenso in Bezug auf den äusseren Gang der Entwicklung bestehen im Wesentlichen keine Unterschiede im Vergleich mit Ichthyophis (Sarasin).

Die Resultate, welche mir die Untersuchung der Entwicklungsperiode vom Ende der Furchung bis zum Schluss des Medullarrohres und des Blastoporus gegeben haben, mögen hier kurz mitgetheilt werden. Die genauere Darstellung sowie die allgemeinen Erörterungen wird die ausführliche Arbeit bringen.

Das jüngste Stadium, welches ich erhalten habe, ist ein älteres Furchungstadium; es befand sich noch im Eileiter. Wie bei Ichthyophis wird nur ein Theil des dotterreichen Eies abgefurcht, doch findet man im Dotter ebenfalls vereinzelte Kerne, welche wohl sicher von Furchungszellen abzuleiten sind. Die Furchungszellen liegen in mehreren Schichten übereinander, eine Furchungs-

höhle ist nur in Form von Spalten zwischen den tiefer liegenden Zellen vorhanden. Ein etwas älteres Ei, welches aber bereits in einem abgelegten Eihaufen gefunden wurde, liess eine Sonderung der Furchungszellen in periphere, in einem einschichtigen Epithel angeordnete Zellen von subepithelial, in der jetzt etwas deutlicheren Furchungshöhle liegenden erkennen, weiter waren auch die peripheren Parthien des Dotters unter der Keimscheibe in Zellen getheilt. Die peripheren Zellen mögen als animale von den übrigen, den vegetativen, unterschieden werden. Ausser durch die Lage waren die vegetativen auch durch ihre meist kuglige Form und den grösseren Dotterreichthum von ersteren verschieden.

Die Keimscheibe war auf diesen Stadien rund, auf keiner Seite durch eine Verdickung, Furche oder dergl. scharf von den benachbarten Theilen des Eies abgesetzt; dann aber trat am späteren hinteren Rande eine quere Furche auf, die in der Mitte am tiefsten war, nach den Seiten allmählich sich abflachte. Dieser hintere Rand oder Umschlagsrand krümmte sich im weiteren Verlaufe der Entwicklung allmählich ein, wurde hufeisenförmig, die Enden seiner Schenkel näherten sich mehr und mehr und vereinigten sich zuletzt zur hinteren Lippe des Blastoporus. Durch diese Bildung wird ein Theil vom Dotter abgegrenzt; es ist der Dotterpfropf. In dieser Zeit war das Ei von den animalen Zellen umwachsen worden. Schon etwas nach dem Auftreten der Querfurche wurde vor derselben, aber von ihrem vorderen Rande ausgehend ein helles Feld auf der Keimscheibe erkennbar und in der Mitte etwas später eine anfangs seichte Längsfurche. Dieselbe trat völlig unabhängig vom Blastoporus auf, erst auf älteren Stadien setzte sie sich nach hinten über die vordere Lippe in den Blastoporus fort. Zu den Seiten dieser Furche, der Rückenrinne, verdickte sich die Keimscheibe zu zwei Längswülsten, den Rückenwülsten. Die älteren Stadien zeigen dann wieder eine Abflachung, der Keimscheibe, Rückenwülste und Rückenrinne sind kaum mehr zu erkennen, seitlich aber und ebenso vorn setzt sich eine sich bildende neue Platte schärfer von den benachbarten Theilen ab; diese neue Platte oder Medullarplatte lässt bald durch Auffaltung der Seitenränder Medullar-

rinne und -wülste erkennen. Zugleich wird ein Kopftheil vom Rumpftheil durch eine Einschnürung abgegrenzt; an dieser Stelle beginnt das Medullarrohr sich zuerst zu schliessen. Am hinteren Ende des Embryos begannen schon zur Zeit der Anlage des Medullarrohres die seitlichen Theile der vorderen Blastoporuslippe sich zu verdicken zu zwei kurzen Wülsten. Dieselben wachsen einander entgegen und beginnen dadurch den Blastoporus allmählich von vorn nach hinten zu verschliessen. Die Betrachtung der Oberflächenbilder könnte zur Ansicht führen, dass derselbe völlig geschlossen wird und der After sich neu bildet, indessen, wie die Schnitte zeigen, ist dieses nicht der Fall, vielmehr wird der hinterste Abschnitt des Blastoporus direkt zum definitiven After.

Wie die Untersuchung der Schnitte lehrte, wurde die Querfurche am hinteren Rande der Keimscheibe dadurch gebildet, dass hier ein Umschlag der animalen Zellen erfolgte. Die untere Schicht derselben begann nach vorn unter der oberen vorzuwuchern. Da zwischen der unteren animalen Schicht und dem Dotter ein Spalt sich bildete, so entstand am hinteren Ende ein Blindsack, dessen dorsale Wand von animalen und dessen Boden von Dotter- oder vegetativen Zellen gebildet wurde. Die in der Furchungshöhle liegenden vegetativen Zellen wurden von der vorwuchernden Schicht zusammengedrängt und bildeten so eine Scheidewand zwischen der Höhle des Blindsackes und der jetzt im vorderen Abschnitt grösser gewordenen Furchungshöhle. Die vegetativen Zellen begannen sich an ihrer Decke und zwar zunächst im hinteren Abschnitt regelmässiger anzuordnen. Dann erfolgte durch Auseinanderweichen der Zellen der Scheidewand eine Vereinigung der beiden Höhlen zu einer einzigen, der Urdarmhöhle. Hinten öffnete sie sich in den weiten, wenn auch durch den Dotterpfropf ausgefüllten Blastoporus, vorn war sie geschlossen und noch nicht von einer regelmässigen Wand begrenzt, da hier die vegetativen Zellen noch ebenso ungeordnet lagen wie früher. Entsprechend der Entstehung liess der Raum zwei Abschnitte unterscheiden, einen hinteren schmäleren und kürzeren, welcher dem früheren durch den Umschlag der animalen Zellen entstandenen Blindsack entspricht und dessen dorsale Wand von animalen Cylinder-

zellen gebildet wird, und einen vorderen breiteren und längeren, welcher der ehemaligen Furchungshöhle entspricht und dessen dorsale Wand, so weit sie ausgebildet ist, von vegetativen, cubischen oder kugligen Zellen zusammengesetzt wird. Die Urdarmhöhle zeigt auf den nächst älteren Stadien keine anderen Veränderungen als solche, welche sich auf eine Erweiterung derselben und eine regelmässigere Ausbildung ihrer Wände beziehen. Der hintere von animalen Zellen gebildete Abschnitt der dorsalen Urdarmwand ist meist deutlich durch die histologische Struktur der Zellen von dem vorderen aus vegativen Zellen bestehenden Abschnitt geschieden. Seitlich geht der letztere continuirlich in den Dotter über, der erstere dagegen ist auch hier scharf abgegrenzt. Diese Decke des Urdarms ist nun noch nicht in allen Theilen die definitive. Es beginnen nämlich die vegetativen Zellen dort, wo sie an die animalen stossen, aus dem Verbande sich zu trennen und von den Seiten gegen die Mitte zu und nach hinten den hinteren animalen Abschnitt zu unterwuchern. Successive lässt sich dieser Vorgang verfolgen. An keiner Stelle findet ein Uebergang von vegetativen in animale Zellen statt oder umgekehrt. Der hintere Abschnitt wird dadurch von der Urdarmhöhle abgegrenzt, nur ein mittlerer Streifen bleibt noch lange Zeit frei. Auf medianen Längsschnitten trifft man daher noch eine einzige Decke, in der der animale und vegetative Abschnitt noch in einer Schicht liegen, seitlich dagegen sind unter dem ersteren jetzt vegetative Zellen zu finden. An der vorderen Blastoporuslippe enden sie scharf von den Zellen des Umschlagsrandes abgesetzt, seitlich dagegen wuchern sie unter den Seitenwänden des Blastoporus weiter nach hinten.

Von dem Beginn der Unterwachsung an lassen sich die Schichten schärfer bezeichnen. Der hintere Abschnitt der dorsalen Urdarmdecke, welcher durch den Umschlag der animalen Zellen am Blastoporus entstanden ist, ist das Mesoderm, dagegen stellt der vordere Abschnitt, welcher nur aus den vegetativen Zellen entstanden ist, die am Ende der Furchung in der Furchungshöhle lagen, und welcher keinerlei Beziehungen zum Blastoporus hat, ja bis zum Beginn der Unterwachsung von ihm weit entfernt liegt, das Entoderm dar, denn dieser

allein bildet das definitive Darmepithel. Wie erwähnt bleibt der mittlere Streifen der Mesodermplatte, wie jetzt der frühere hintere Abschnitt der Urdarmdecke genannt werden kann, von der Unterwachsung lange Zeit frei. Die früher in allen Theilen gleichmässig ausgebildete Mesodermplatte lässt bald nach dem Beginn der Unterwachsung durch das Entoderm zwei Abschnitte unterscheiden, eine Mittel- und zwei Seitenplatten und zwar dadurch, dass in der ersteren die Zellen cylinderförmig bleiben und eine einfache Schicht bilden, in der letzteren aber die Zellen sich stark vermehren, polyedrisch werden und in mehreren Schichten sich anordnen. Die Mittelplatte und Seitenplatten trennen sich alsbald schärfer von einander, indem in letzteren die Bildung der Urwirbel beginnt, die erstere aber mit ihren seitlichen Theilen sich gegen die Urdarmhöhle einkrümmt; dadurch kommen dieselben bald in Berührung mit den bis zu der Grenze der Theile des Mesoderms inzwischen vorgewachsenen Entodermzellen und manchmal ist die Berührung eine so enge, dass, wenn man nur diese Stadien kennt, man zu der Ansicht kommen müsste, dass die Mittelplatte oder, wie sie jetzt genannt werden kann, die Chordaplatte nur der mittlere Theil des Entoderms sei. Ein Antheil des Entoderms indessen an der Chordabildung ist vollständig ausgeschlossen. Die Chordaplatte grenzt sich bei weiterer Einkrümmung wieder vom Entoderm ab; nach ihrer völligen Bildung beginnt das letztere auch diesen Theil zu unterwachsen und damit wird die Urdarmdecke vor dem Blastoporus nur vom Entoderm gebildet. Im Blastoporusgebiet erfolgt die Vereinigung des Entoderms zu einer Decke erst mit der allmählichen Annäherung und schliesslichen Verschmelzung der beiden oben schon genannten Wülste, welche einer starken Vermehrung des Mesoderms zu den Seiten des Blastoporus ihre Bildung verdanken. Nur eine kleine Stelle ausser dem After bleibt noch lange Zeit vom Entoderm frei, nämlich die Stelle, an welcher der Canalis neurentericus in den Urdarm mündet. Während er durch den Schluss des Medullarrohres und des Blastoporus von der Aussenwelt schon früher abgeschlossen wird, erhält sich die untere Öffnung noch sehr lange.

In derselben Sitzung (10. März 1897) behandelte Herr Professor Carl Hess das Thema:

Neue Beobachtungen über den Accommodationsvorgang.

(Vorläufige Mitteilung.)

Gegenüber der Theorie von Helmholtz, nach welcher die vermehrte Wölbung der Linse bei der Accommodation durch verminderte Spannung, bezw. Entspannung der Zonula Zinnii zu Stande kommen soll, vertreten Schön und Tscherning die Ansicht, dass die vermehrte Linsenwölbung durch vermehrte Spannung der Zonula hervorgerufen werde. Den ersten thatsächlichen Beweis für eine wirkliche Entspannung der Zonula habe ich durch die Beobachtung erbracht, dass die Linse im stark accommodirenden und im eserinisirten Auge bei Augenbewegungen stark schlottert. Durch die entoptische Beobachtung meines »Linsenspectrums« konnte ich ferner nachweisen, dass bei starker Accommodation die Linse, der Schwere folgend, nach unten sinkt, also, je nach der Kopfhaltung, gegen den temporalen oder nasalen, den frontalen oder infraorbitalen Theil des Ciliarkörpers. Diese Verschiebungen konnte ich messen; ihre Grösse beträgt 0,25 bis 0,30 mm im accommodirenden Auge, 0,4 bis 0,5 mm im eserinisirten Auge.

Durch dieses Herabsinken der Linse werden gewisse parallactische Verschiebungen von hintereinander gelegenen Gegenständen hervorgerufen. Herr Dr. Heine, I. Assistent an der Augenklinik, hat auf meine Veranlassung diese Verschiebungen genauer studirt und gemessen.

Hierzu diente uns der folgende Apparat: Auf einem 1 Meter langen Stabe, der mit Vorrichtung zum Einbeissen der Zähne versehen ist und in festen Lagern ruht, ist ungefähr im Nahepunkte des untersuchenden Auges eine feinste horizontale Linie (Coconfaden über einen Objectträger gespannt) angebracht. Am anderen Ende des Stabes befindet sich ein zweiter etwas stärkerer Faden; beide können zunächst so eingestellt werden, dass für den Beobachter der nähere Faden sich mit dem entfernteren vollkommen deckt. Macht nun der Beobachter eine starke Accommodationsanstrengung, ohne das Auge zu bewegen, so sieht man an dem näheren Faden eine höchst auffällige Scheinbewegung, indem

er merklich nach oben rückt. Es sind also jetzt beide Fäden gleichzeitig und in messbarem Abstand von einander zu sehen. Die Messungen ergaben genau die gleichen Werthe, wie die nach meiner früheren, entoptischen Methode erhaltenen: 0,2 bis 0,3 mm Linsenverschiebung bei starker Accommodation — 0,4 bis 0,5 mm bei Eserinisirung des Auges. —

Ferner gelang es uns mit Hilfe des Schöler'schen Micro-optometers in sehr einfacher Weise, das Herabsinken der Linse bei starkem Accommodiren objectiv nachzuweisen und insbesondere die Abhängigkeit der Richtung, in welcher sich die Linse verschiebt, von der Kopfhaltung darzuthun. Die Ergebnisse dieser objectiven Beobachtungen bestätigen in allen Punkten die von mir auf entoptischem Wege gefundenen Thatsachen. Besonders interessant ist der Versuch, dass bei nach vorn geneigtem Kopfe, wenn die Iris in einer horizontalen Ebene liegt, weder eine parallactische Verschiebung der Fäden (bei der ersten Versuchanordnung), noch ein Herabsinken der Linse (mit dem Hornhautmikroskop) nachweisbar ist. Es erklärt sich dies in einfachster Weise dadurch, dass bei dieser Kopfhaltung die Linse bei entspannter Zonula wohl direct nach vorn, gegen die Iris sinken, nicht aber gegen den Ciliarkörperrand hin sich verschieben kann.

Alle Beobachtungen widerlegen in übereinstimmender Weise die Theorien von Schön und Tscherning und scheinen geeignet, unsere Auffassung des Accommodationsvorganges wesentlich zu klären.

In der Sitzung vom 10. März 1897 wurden durch vorschriftsmässige Kugelung die Herren Prof. Dr. Erich Wernicke und Privatdocent Dr. Eugen Enderlen dahier zu ausserordentlichen Mitgliedern der Gesellschaft erwählt.

Von eingegangenen Schriften waren aufgelegt:

Abhandlungen des . . . . Lotos Bd. I Heft 1.

Bericht der Lese- und Redehalle der deutschen Studenten in Prag für 1895. Prag 1896.

XIX. Jahresbericht der Gewerbeschule in Bistritz. Bistritz 1894.

Jahresbericht (und Beiheft) der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. N. F. Bd. 39. Chur 1896.

Publications de l'Institut Grand-ducal de Luxembourg. Tom XXIV. Luxembourg 1896.

Von der Koninkligke Akademie van Wetershappen te Amsterdam Jaarbock 1895. Vershagen Deel IV.
Verhandelingen Deel III n. 5—9. Deel IV n. 7—9 Deel V 1 u. 2. Tweede Sectio Deel V 1—3.

Transactions of the American Philosophical Society at Philadelphia Part III. Art. IV. Philadelphia 1896.

Proceedings of the American philosophical society at Philadelphia Vol. XXXV Nr. 150. Philadelphia 1896.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 1896. Part I.

Bulletin of the Agricultural Experiment Station of Nebaska Vol. VIII Nr. 44/45.

Missouri botanical Garden, seventh Report. St. Louis 1896.

Bulletin of the United States Geological Survey. Nr. 123—134. Washington 1895/96.

Leopoldina Heft XXXII Nr. 12. Heft XXXIII Nr. 1.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt 1896 Nr. 13, 14, 15, 16, 17, 18.

Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M. Bd. 23 Heft 1 u. 2. Frankfurt a. M. 1896/97.

Deutsche botanische Monatsschrift. Jahrg. XIV, Nr. 10 u. 11.

Mitteilungen aus dem naturw. Verein für Neuvorpommern und Rügen. Jahrg. 28. Berlin 1897.

Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft aus 1896. Bd. XXVII. Berlin 1897

XIV Bericht der meteorologischen Commission und Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn. Bd. XXXIV. Brünn 1896.

Korrespondenzblatt des Naturforscher Vereins in Riga. Bd. XXXIX. Riga 1896.

Entemologisk Tidskrift in Stockholm. Arg. 17. Häft 1—4. Stockholm 1896.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

№ro. 3 Mai. 1897

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 19. Mai sprach Herr Marchand:

Ueber die Veränderungen der Peritoneal-Endothelien (Deckzellen) bei der Einheilung kleiner Fremdkörper.

Der Vortragende berichtet über Untersuchungen, welche er vor einer Reihe von Jahren (1888) im Anschluss an ähnliche bereits veröffentlichte Arbeiten über die Einheilung poröser Fremdkörper in die Bauchhöhle von Thieren begonnen und nach längerer Unterbrechung weiter fortgesetzt hat.

Der Hauptzweck, welcher jenen Untersuchungen zu Grunde lag, war, die Bedeutung der verschiedenen bei den Entzündungs- und Heilungsvorgängen auftretenden zelligen Elemente möglichst genau festzustellen. Ueber einige Arbeiten, welche ebenfalls eine Fortsetzung der früheren bildeten, ist bereits in diesen Sitzungsberichten referirt worden.

An die Einführung aseptischer poröser Fremdkörper schliessen sich zunächst die Erscheinungen einer leichten akuten Entzündung an, welche in der Bildung eines Exsudates, der Ausscheidung von Fibrin in der Umgebung und in den Hohlräumen des Fremdkörpers, der Einwanderung von farblosen Blutkörperchen aus den benachbarten Gefässen und dem umgebenden Gewebe

ihren Ausdruck findet, und an welche sich unmittelbar die Proliferation von Gewebszellen, das Eindringen dieser neugebildeten Elemente in den Fremdkörper, die Neubildung der Gefässe und sodann die Bildung eines dichten Gewebes mit zahlreichen Riesenzellen anschliesst.

Alle diese Vorgänge sind der Ausdruck der „Reaktion" des lebenden Gewebes auf die Einführung des Fremdkörpers und sie führen in kurzer Zeit dazu, die etwaige schädigende Einwirkung eines solchen mehr oder weniger vollständig aufzuheben. Es liegt offenbar diesen Vorgängen ein innerer Mechanismus zu Grunde, welcher nach der einmal erfolgten Auslösung mit derselben Regelmässigkeit und mit einem gewissen Nutz-Effect für den Organismus verläuft, wie jede andere physiologische Funktion, nur mit dem Unterschied, dass dieser Mechanismus erst in Wirksamkeit tritt, wenn eine abnorme Einwirkung, also eine Störung des normalen Bestandes eines Theils des Organismus stattfindet.

Dieser Auffassung des Entzündungsvorganges hat der Vortragende seit geraumer Zeit Ausdruck gegeben, was hier gegenüber den von gewisser Seite verbreiteten Entstellungen nochmals hervorgehoben sein mag.

Sehr kleine Fremdkörper gewähren den grossen Vortheil, dass man die an die Einführung derselben sich anschliessenden Veränderungen der zelligen Elemente an dem flach ausgebreiteten Netz am frischen lebenden Objekt und ebenso auch nach der Fixirung und Färbung mit grosser Uebersichtlichkeit und Klarheit beobachten kann. Zur Untersuchung im lebenden Zustande genügt es, ein Stück Netz mit den anhaftenden Fremdkörperchen mit etwas Kochsalzlösung oder seröser Flüssigkeit aus der Bauchhöhle auf dem Objektträger auszubreiten und ohne Druck mit einem grossen Deckglas zu bedecken. Zur Beobachtung bei höherer Temperatur bediente sich der Vortr. des Pfeifferschen Wärmeschränkchens.

Als Fremdkörper wählte der Vortragende Lycopodium-Sporen, welche bereits früher durch Hippolyte Martin[1]) bei seinen

1) Nouv. Recherches sur la tuberculose spontanée et expérimentale des séreuses. Archives des Physiol. norm. et pathol. 1881. p. 49.

Versuchen über experimentelle Tuberculose angewendet worden waren. Dieser Autor beschrieb die Bildung von Riesenzellen um die Fremdkörper und ihre definitive Einheilung in eine mit Endothel bekleidete Bindegewebs-Kapsel; er führte die dabei auftretenden zelligen Elemente einschliesslich der Riesenzellen auf ausgewanderte Leukocyten zurück, benutzte auch nur gefärbte Präparate aus späteren Stadien. Das Endergebniss der Einheilung kleiner Fremdkörper ist seit lange hinreichend bekannt und häufig genug an theils experimentell erhaltenen, theils zufälligen Befunden beim Menschen beschrieben, so dass eine genaue Schilderung hier nicht von Interesse ist; von besonderer Wichtigkeit ist aber das Verhalten der zelligen Elemente in den ersten Stadien nach der Einführung.

Die in Frage kommenden Zellformen sind 1) Leukocyten, 2) Abkömmlinge der „Endothelzellen", 3) Abkömmlinge von Bindegewebszellen, 4) Gefässbildungszellen.

Im Vordergrunde des Interesses stehen die durch Einführung der Fremdkörper hervorgerufenen Veränderungen der Endothelzellen, ihr Verhältniss zu den Leukocyten (Wanderzellen) und ihre ferneren Schicksale bei der Einheilung. Damit hängt namentlich auch die Frage zusammen, ob die Endothelzellen der Serosa ebenso wie die Zellen des subendothelialen Gewebes fibrilläres Bindegewebe zu bilden fähig sind oder nicht, eine Frage, welche bis in die neueste Zeit noch sehr verschieden beantwortet worden ist, zum grossen Theil je nach dem verschiedenen Standpunkt, der Beobachter bezüglich der ersten Entwickelung des Coelom-Epithels. Damit hängt auch der beständige Wechsel der Bezeichnung dieser Zellen als „Endothelien" und „Epithelien" zusammen, Namen, denen wieder von den Einen eine besondere entwickelungsgeschichtliche, von den Anderen eine rein morphologische Bedeutung beigelegt wird. Es würde sich empfehlen, zur Vermeidung von Missverständnissen den Ausdruck „Deckzellen der Serosa" zu gebrauchen.

Nach den übereinstimmenden Angaben von Bizzozero, Turneaux, Ranvier, Kollossow, Muscatello bestehen diese Zellen aus den sehr feinen oberflächlichen Zellplatten, welche genau aneinander grenzen und den die Kerne einschliessen-

den protoplasmatischen Theilen, welche durch feine Ausläufer mit einander zusammenhängen. Die Zellplatten umhüllen die Bindegewebs-Bälkchen des Netzes vollständig. Besondere Bindegewebszellen, wie sie Ranvier zwischen den Fibrillenbündeln beschrieb, lassen sich in den Bälkchen nicht nachweisen; in den breiteren Bindegewebszügen in der Umgebung der grösseren Gefässe sind solche vorhanden. Eine Verwechselung mit spindelförmigen Bindegewebszellen kann leicht durch Gefässbildungszellen hervorgerufen werden, lange Spindelzellen und mehrkernige schmale spitz zulaufende Bänder, die sich bis zu ausgebildeten Capillaren verfolgen lassen; die langgestreckten Spindelzellen können durch feine Ausläufer mit anderen in Verbindung stehen oder auch isolirt sein.

Auf die von Ranvier als Clasmatocyten bezeichneten Zellen wird bei einer späteren Gelegenheit eingegangen werden.

Angaben über eine aktive Betheiligung der „Endothelzellen" des Peritoneum (besonders des Netzes) bei Entzündungsvorgängen sind keineswegs neu. Cornil und Ranvier[1]) schildern die Schwellung und Ablösung der Endothelzellen des Netzes nach Injektion einer schwachen Höllensteinlösung, ihre Umwandelung in weiche feinkörnige Protoplasmakörper, welche amöboider Bewegungen fähig sein sollten; die Eiterkörperchen sind das Endprodukt dieser Wucherung in den ersten Tagen, während nach Ablauf von 5—6 Tagen der grösste Theil der Zellen sich wieder den Bälkchen des Netzes anlegt und ein neues Endothel bildet.

Eingehender verfolgte Toupet[2]) die Wucherung der Endothelzellen bei der experimentellen Entzündung, besonders mit Rücksicht auf die indirekte Kerntheilung, doch gelang ihm augenscheinlich die Trennung der Abkömmlinge der endothelialen Zellen von den Leukocyten nur unvollkommen.

Besonders werthvolle Angaben verdanken wir Ranvier[3]),

---

1) Manuel d'histologie pathologique, Paris, 1869. p. 73. 2. Aufl. 1884. p. 98.

2) Des modifications cellulaires dans l'inflammation simple du péritoine, Thèse, Paris 1887.

3) De l'endothelium du péritoine et des modifications qu'il subit dans l'inflammation expérimentale. Comptes rendus de l'Acad. des sciences Paris 1891. T. 121. p. 842.

welcher die Umwandelung der Endothelzellen nach Verlust ihrer Zellplatten in ein Netz von sternförmigen mit einander anastomosirenden „Bindegewebszellen“ schildert. Einige erreichen eine sehr erhebliche Länge, indem sie sich über die Maschen des Netzes ausspannen, wobei ihnen Fibrinfäden als Unterlage dienen. Eine Vermehrung der Zellen beginnt erst am Ende des 2. Tages, und zwar durch indirekte Theilung. Vom 4. Tage an geht die Wiederherstellung des Gewebes sehr schnell von statten; die Bindegewebszellen werden wieder zu Endothelien, indem sie sich abplatten und dabei ihre Vermehrung fortsetzen, so dass sie sogar zahlreicher werden als vorher, und nebeneinander nicht mehr Platz finden.

Auch Cornil[1]) spricht sich neuerdings für die Umwandelung der Endothelzellen bei der Entzündung in sternförmige anastomosirende Bindegewebszellen, ähnlich denen des subendothelialen Gewebes, aus.

Diese Angaben enthalten einige nicht unwesentliche Verschiedenheiten, besonders bezüglich der Vermehrungsart der Endothelzellen und des Verhaltens ihrer Abkömmlinge: dass dieselben amöboider Bewegungen fähig sind, haben Ranvier und Cornil aus ihren Formen geschlossen, aber kein Autor hat diese Bewegungen, wie es scheint, am lebenden Objekt selbst beobachtet.

Der Nachweis, dass ausser den Leukocyten beweglich gewordene Abkömmlinge der Endothel- und Bindegewebszellen in grosser Menge in poröse Fremdkörper eindringen und dort zur Bildung von Riesenzellen und fibrillärem Bindegewebe führen, ist vom Vortragenden selbst früher erbracht worden. Die ersten Beobachtungen der Bewegungs-Erscheinungen an lebenden gewucherten Endothelzellen des Netzes wurden von ihm bereits im April 1888 gemacht, aber nicht publicirt. Das Verhalten der Endothelzellen bei der Entzündung und Einheilung von Fremdkörpern ist sodann durch Roloff und v. Büngner, bei der Bildung peritonealer Adhäsionen durch Graser und Musca-

---

1) Des modifications que subissent les cellules endothéliales dans les inflammations, et en particulier dans les adhérences des membranes séreuses et dans la pneumonie. Archives de médec. expérimentale. T. IX. 1. 1897.

tello, bei der Resorption vom Peritoneum aus von letzterem Autor genauer berücksichtigt worden.

Besondere Schwierigkeit verursacht die sichere Unterscheidung der Abkömmlinge endothelialer Zellen von Leukocyten, namentlich der grösseren einkernigen Formen. Thatsächlich sind auch vielen Beobachtern Verwechselungen beider Zellformen untergelaufen. Der Vortragende hat diese Schwierigkeit auch bei mehreren Gelegenheiten hervorgehoben, was er gegenüber Muscatello[1]) betonen möchte. Je genauer die Eigenthümlichkeiten der Leukocyten, besonders ihrer Kerne durch Flemming, M. Heidenhain und Anderen studirt worden sind, desto sicherer gelingt auch ihre Unterscheidung von anderen Zellformen. Sind die Zellen aber degenerirt, oder gar abgestorben, so ist eine Unterscheidung oft überhaupt unmöglich.

Oeffnet man die Bauchhöhle eines Meerschweinchens einige (4) Stunden nach der Injection von mehreren ccm einer sterilen Lycopodium-Aufschwemmung in Kochsalzlösung, so findet man darin etwas vermehrte, kaum getrübte Flüssigkeit und etwas stärkere Injection der Gefässe, also Erscheinungen, welche auf einen leichten Entzündungsprocess hindeuten. Hier und da sind intensiv gelbe Klümpchen von Lycopodium-Körnern, die durch sehr geringe Menge Fibrin verklebt sind, theils im Netz, theils an anderen Stellen sichtbar. Ueberall sieht man an einem ausgebreiteten feinen Netzhäutchen theils einzelne, theils in Gruppen zusammengehäufte Lycopodium-Sporen an den feinen Netzmaschen hängend. Dazwischen liegen an der Oberfläche der Bälkchen, oft schon den Sporen anhaftend, zahlreiche Rundzellen, welche am erwärmten Object deutlich amöboide Bewegungen ausführen.

Behandelt man das Netz in diesem Stadium mit Argentum nitr. 0,5 %, so erhält man die noch vollkommen gut erhaltene netzförmige Zeichnung der Zellgrenzen. An Präparaten, welche in Sublimat oder in Flemmingscher Lösung fixirt und sodann gefärbt wurden, erweisen sich die Rundzellen meist als polynucleäre Leukocyten; die Kerne der Endothelzellen erscheinen

1) G. Muscatello, Sulle condizioni necessarie alla produzione di aderenze peritoneali. Archivio per le scienze mediche. XX. 17. 1896.

unverändert. Nach 7 Stunden lassen die Endothelzellen bereits zweifellose Veränderungen erkennen, welche hauptsächlich in einer Quellung, einer fein vacuolären Beschaffenheit des Protoplasma bestehen. Die Zellkörper treten an der Oberfläche der Netzbälkchen stärker hervor; manche sehen aus, als umflösse die weiche Protoplasmamasse die Bälkchen, hier und da spannen sich feine Ausläufer aus.

Bei Silberbehandlung lassen sich die Zellgrenzen nur unvollkommen darstellen. An der Oberfläche des Zellnetzes liegen zahlreiche Zellen vom Aussehen von Leukocyten, welche auch um die einzelnen Lycopodium-Sporen stärker angehäuft sind und bei Beobachtung bei höherer Temperatur lebhafte Formveränderungen erkennen lassen.

Betrachtet man das Netz 24 Stunden nach der Injektion in frischem Zustand bei erhöhter Temperatur, so fallen ausser den zahlreichen die Oberfläche bedeckenden Rundzellen vom Aussehen kleiner Leukocyten zarte Protoplasmagebilde von sehr verschiedenartigen Formen und verhältnissmässig bedeutender Grösse auf; unregelmässige flach ausgebreitete Protoplasmamassen mit zahlreichen Ausläufern, welche langsam vorgestreckt werden und wieder verschwinden, lange spindelförmige Elemente mit fein vacuolärem Protoplasma, welche meist mit dem einen Ende an einem Netzbälkchen haften, lang ausgezogene dünne Protoplasmafäden, welche ebenfalls an einem Bälkchen festsitzen und am anderen Ende in eine spindel- oder keulenförmige Anschwellung übergehen, die einen undeutlich erkennbaren bläschenförmigen Kern enthält. Die Lycopodium-Sporen sind von kleinen und grösseren Zellen umschlossen, welche sich der Oberfläche innig anschmiegen und nach aussen halb kugelig hervorragen; nicht selten sieht man spindelförmige Elemente, welche mit einem Theil ihres Zellkörpers bereits dem Fremdkörper anliegen, während das andere Ende in einen fadenförmigen Ausläufer übergeht, welcher aus einem benachbarten Bälkchen fixirt ist. Auch diese Gebilde lassen deutliche Formveränderungen erkennen. Die Zahl dieser grossen Zellen ist sehr wechselnd, je nach der Menge der Lycopodium-Sporen: da wo diese stärker angehäuft sind, sind auch jene am reichlichsten vorhanden.

Die Herkunft dieser grossen vielgestaltigen Elemente mit relativ grossen Kernen ist an den frischen Präparaten noch nicht mit Sicherheit zu entscheiden.

An fixirten und gefärbten Präparaten lassen sich die grossen verschieden gestalteten Elemente ebenfalls deutlich nachweisen Ihr Protoplasma ist durch Eosin intensiver gefärbt, als das der endothelialen Zellen, fein granulirt, z. Th. deutlich vacuolär. Der Kern ist gross, meist länglichrund, oder eingeschnürt, bläschenförmig, in der Regel mit mehreren grösseren Körnern, welche z. Th. der Membran anliegen. An Stellen, wo besonders zahlreiche Lycopodiumkörner angehäuft sind, ist die Oberfläche des Netzes mit sehr dicht gedrängten rundlichen und polyedrischen Zellen dieser Art bedeckt, welche die Fremdkörper einschliessen. Dazwischen treten Zellen auf mit kleinen, intensiver gefärbten einfachen oder mehrfachen Kernen. Neben diesen Zellen sind die grossen länglichrunden, meist etwas heller gefärbten Kerne der platten Zellen des Omentum sichtbar.

An den von Lycopodium-Sporen freien Theilen des Netzes sind erhebliche Veränderungen der Deckzellen erkennbar. Während die Kerne im Allgemeinen noch unverändert erscheinen, ist der Zellkörper in ein Gewirr äusserst feiner Fasern aufgelöst, welche in die der Nachbarzellen ohne scharfe Grenzen übergehen. Ein Theil dieser Fäserchen lässt noch eine Andeutung einer radiären Anordnung erkennen. Der zunächst dem Kern gelegene Theil des Zellkörpers behält eine etwas dichtere, homogene Beschaffenheit.

An vielen Zellen kann man die (von Ranvier beschriebene), durch Vereinigung der zarten Fibrillen zu breiteren parallelsteifigen verästelten Fortsätzen stattfindende Umwandelung in grosse unregelmässig sternförmige Gebilde verfolgen. Bei der Behandlung mit Argentum nitricum lassen sich die Zellgrenzen in diesem Stadium nicht mehr oder doch nur theilweise, z. B. über den grösseren Gefässen, darstellen. Eine eigentliche Abstossung der Zellplatten scheint nicht stattzufinden, wenigstens sind Reste abgelöster structurloser Häutchen nicht zu sehen.

Mitosen sind in diesem Stadium nur sehr vereinzelt sichtbar.

Ganz besonders deutlich ist dies Verhalten der Deckzellen am Netz junger Thiere, bei welchem die Bildung der Maschen noch nicht eingetreten oder erst im Beginn ist. Die feinen häutigen Netzplatten bestehen hier nur aus den beiden Lagen platter Zellen und den dazwischen liegenden Fibrillen mit Gefässen, Nerven und Leukocyten.

Die Blutgefässe des Netzes sind mit rothen Blutkörperchen prall gefüllt; dazwischen finden sich, besonders in den kleinen Venen, auch zahlreiche farblose Blutzellen mit theils einfachen runden, theils mehrfachen Kernen. In der nächsten Umgebung der Gefässe (besonders im Bereiche der kleinen Fettläppchen) sind ebenfalls zahlreiche Leukocyten derselben Formen sichtbar, welche grösstentheils als ausgewandert zu betrachten sind. Dieselben kommen auch verstreut oder in kleinen Häufchen an anderen Stellen des Netzes in ziemlich grosser Verbreitung vor und sind in diesem Stadium leicht von den übrigen zelligen Elementen zu unterscheiden. Ein Theil der Leukocyten liegt frei an der Oberfläche, andere befinden sich im Gewebe, und zwar kann man sich überzeugen, dass diese Leukocyten als Bahnen für ihre Wanderung die zarten Bälkchen des Netzes benutzen, deren Fibrillen gelockert und auseinandergedrängt sind. Diese Leukocyten, meist der mehrkernigen, zum kleineren Theil der einkernigen Form angehörend, finden sich in der Regel in kleinen Lücken eines Bälkchens, innerhalb der endothelischen Umhüllung, deren Grenzlinie darüber hinzieht, und zwar oft in unmittelbarer Nähe eines der grossen heller gefärbten Endothel-Kerne.

Nach zweimal 24 Stunden ist die Zahl der die Oberfläche des Netzes bedeckenden Zellen bereits erheblich grösser, aber keineswegs überall gleichmässig. Stellenweise sind die Bälkchen noch fast unverändert, mit normalem Endothel bedeckt, an anderen Stellen durch eine Lage dichtgedrängter Zellen von rundlicher und unregelmässiger Form eingenommen. An den beginnenden Zellanhäufungen kann man am gefärbten Object leicht eine Entstehung aus den endothelialen Zellen annehmen, da sich Uebergänge zwischen beiden zu finden scheinen. Die Kerne dieser Zellen sind aber im Allgemeinen etwas kleiner als

die der ruhenden Zellen, selten rund, häufiger länglichrund, eingeschnürt, gelappt, zwerchsackförmig, nicht selten auch verdoppelt, in zwei ungleich grosse rundliche Hälften getheilt und im Allgemeinen dunkler gefärbt, mit einigen grösseren Chromatinkörnern. Diese Zellen erweisen sich wie die oben erwähnten bei genauerer Untersuchung als grosskernige leucocytäre Wanderzellen. Sämmtliche Lycopodium - Körner sind mit einem dichten Zellmantel umgeben, welcher im frischen, lebenden Zustand eine sehr zarte hyaline Beschaffenheit besitzt. Die einzelnen Zellen treten als halbkugelige Vorsprünge nach aussen hervor und haften sehr innig an der rauhen Oberfläche der Körner. Man sieht auch bereits in diesem Stadium grössere halbmondförmige Protoplasmamassen, welche die Körner umschliessen. Die Kerne sind wie gewöhnlich in lebendem Zustand nicht oder nur undeutlich erkennbar, Essigsäurezusatz zum frischen Präparat lässt sie sofort hervortreten; sie sind verhältnissmässig gross, bläschenförmig, meist mit einem grossen deutlichen Kernkörperchen versehen; die grossen Protoplasmamassen lassen mehrere Kerne derselben Art erkennen.

Zwischen diesen Elementen mit grösseren Kernen treten nur auffallend wenig Zellen von der Beschaffenheit polynucleärer Leukocyten hervor. Die Kerne der an den Maschen des Netzes noch festhaftenden platten Zellen kommen durch Essigsäurezusatz ebenfalls zum Vorschein; dabei treten zahlreiche Mitosen mit glänzenden Fäden in allen Stadien der Theilung hervor, welche denselben Zellen angehören; die Mitosen sind besonders in der Nähe der Lycopodium - Körner zu beobachten, doch auch in den freien Stellen des Netzes dazwischen. Mitosen finden sich auch an einzelnen an der Oberfläche der Lycopodium-Körner haftenden, zuweilen keulenförmig hervortretenden Zellen. Bei der Beobachtung der frischen Objecte bei erhöhter Temperatur sieht man besonders deutlich die grossen, den Bälkchen des Netzes anhaftenden sehr zarten und weichen Protoplasmamassen von sehr verschiedener Gestalt, rundlich, spindelförmig, flach ausgebreitet, fein granulirt, oft auch deutlich vacuolär, welche deutliche Formveränderungen ähnlich deren der Leukocyten erkennen lassen, die sie an

Grösse indess bedeutend übertreffen. Auch unterscheiden sie sich von diesen durch ihr weniger hyalines Aussehen. Eine weitere Eigenthümlichkeit ist, dass die Ränder der grossen, in langsamer Gestaltveränderung begriffener Protoplasmamassen oft fein zerfasert aussehen, eine Beschaffenheit, welche an die feinen Härchenbesätze an vielkernigen Protoplasmamassen anderer Art (z. b. des Syncytium der Chorionzotten) erinnert. Grosse Protoplasmakörper dieser Art, welche in der Nähe von Lycopodium-Körnern liegen, sieht man sich diesen nähern und sich ihnen anlegen.

Auch die vielkernigen Riesenzellen zeigen Veränderungen ihrer Form, wenn auch viel weniger deutlich als die freiliegenden Zellen. Sie beschränken sich auf langsame Bildung von Fortsätzen und Wiedereinziehung derselben. Zuweilen findet man eine grosse vielkernige Protoplasmamasse, welche ein Lycopodiumkorn einschliesst und durch einen langen dünnen Protoplasmafaden an einem Netzbälkchen hängt.

Nach drei- und viermal 24 Stunden hat die Zahl der vielkernigen Riesenzellen um die Lycopodiumkörner bereits erheblich zugenommen; sämmtliche Körner sind von solchen eingeschlossen und ausserdem von einem Wall grosser rundlicher und polyedrischer Zellen umgeben, welche allmählich in die Zellen der Umgebung übergehen. Die Bälkchen des Netzes sind zum grossen Theil von Zellen bekleidet, welche lebhafte Proliferationserscheinungen, zahlreiche Mitosen der verschiedenen Formen zeigen, so besonders in der Nähe der Lycopodiumkörner. Dazwischen kommen sehr grosse, flach ausgebreitete und oft etwas verästelte Zellen mit fein fibrillärem Protoplasma, grossem länglichrundem Kern und grossen Nucleolen vor, welche augenscheinlich (wie sich aus zahlreichen Uebergängen erkennen lässt) endothelialer Natur, aber in amöboider Bewegung fixirt sind. Oft findet man zahlreiche Zellen in kleinen Häufchen an einem Bälkchen haftend, von etwas verschiedener Grösse und mit sehr verschiedenen Kernformen, die eine gewisse Aehnlichkeit mit Endothelien haben. Doch unterscheiden sie sich von ihnen durch ihre im Ganzen kleineren, dunkler sich färbenden Kerne und die Beschaffenheit ihres Protoplasmas.

Kleine Leukocyten, sowohl der einkernigen als der mehrkernigen Form, sind sparsam; man findet in den kleinen Gefässen des Netzes beide Formen, besonders aber die ersteren, welche auch in der nächsten Umgebung der Gefässe zwischen den Abkömmlingen der »Deckzellen« und den grosskernigen Leukocyten liegen. Auch an den Leukocyten werden Mitosen beobachtet.

Sehr evident tritt die Phagocytose der grossen Zellen gegenüber den kleinen Leukocyten hervor; man findet sehr häufig sowohl ein- als mehrkernige Leukocyten in einem Hohlraum des Protoplasma jener Zellen eingeschlossen, auch in verschiedenen Stadien degenerativer Umwandlung.

Nach fünfmal 24 Stunden sind die Einheilungsvorgänge bereits weiter vorgeschritten, doch findet man am frischen Object bei der Beobachtung bei höherer Temperatur noch immer eine grosse Anzahl der grossen contractilen, zum Theil mehrkernigen Zellkörper, welche sich um die Lycopodiumkörner anhäufen. Mitosen sind noch ziemlich zahlreich, sowohl an den endothelialen Zellen als an Leukocyten. Grössere Anhäufungen von Lycopodiumkörnern sind bereits von einer Hülle platter Zellen umgeben, welche die Riesenzellen und dazwischen gelagerten isolirten Zellen einschliessen. Man sieht ferner in das Innere dieser grössern Knötchen, ebenso wie in kleinere gestielte kugelige Körper, welche nur einzelne Sporen einschliessen, Fibrillenbündel hineinziehen, welche mit dem Gewebe des Netzes zusammenhängen.

(Die fibrilläre Umwandelung der benachbarten Deckzellen, während ein anderer Theil der gewucherten Elemente wieder Deckplatten bildet, ist sehr deutlich. Der Vortragende, welcher die Bildung fibrillären Bindegewebes aus den gewucherten Deckzellen der Serosa anfangs zweifelhaft gelassen hatte, konnte sich im weiteren Verlauf der Untersuchung mit Sicherheit von diesem Verhalten überzeugen. [Nachträglicher Zusatz.])

Am 9. Tage sind die einzeln oder in Häufchen gelegenen Körner bereits vollständig eingekapselt, sehr häufig in Form kugeliger dünn gestielter Anhänge, welche an der Oberfläche mit einem regelmässigen Ueberzug von platten Zellen bekleidet sind.

Ueber das Verhalten der l e u k o c y t ä r e n W a n d e r z e l l e n werden noch weitere Mittheilungen erfolgen.

Schlussfolgerungen.

In Folge der Anwesenheit kleiner steriler Fremdkörper wandeln sich die Deckzellen des Netzes in grosser Ausdehnung unter Verlust ihrer normalen Zellgrenzen (Umwandelung der Zellplatten?) in fein fibrilläre Gebilde, schliesslich in sternförmige verästelte Zellen um. (Ranvier.) Ein Theil dieser Zellen bildet contractile locomotionsfähige protoplasmareiche Elemente, welche sich (nebst den leukocytären Wanderzellen) in der Umgebung der Fremdkörper anhäufen und dieselben unter Bildung vielkerniger Riesenzellen durch Confluenz isolierter Zellen einschliessen. Die Umwandelung beginnt bereits vor dem Eintritt der Mitosenbildung und macht sodann, unter lebhafter mitotischer Theilung, schnelle Fortschritte. Nach dem Ablauf der Wucherungsvorgänge und Beendigung der Einschliessung der Fremdkörper bildet ein Theil der gewucherten Zellen sich wieder in platte Deckzellen, ein anderer Theil in fibrilläres Gewebe um. Die ersten Veränderungen der Deckzellen schliessen sich unmittelbar an die unter dem Einfluss der entzündlichen Veränderung der Gefässe entstehende seröse Durchtränkung an. Die Vergrösserung und Vermehrung der Zellen lässt sich nicht als Folge des Wegfalles eines normalen Gewebswiderstandes erklären. Die Anhäufung der gewucherten Zellen um die Fremdkörper kann nur auf eine chemische oder tactile Erregbarkeit wie die der Leukocyten zurückgeführt werden.

Herr Marchand berichtet ferner über einige Versuche

über Tansplantation und Replantation der Hornhaut

bei Kaninchen, mit Demonstration. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen. Sie wurden aus allgemein theoretischen Gründen unternommen, um festzustellen, was aus dem überpflanzten Hornhautgewebe werde. Die Möglichkeit, dass ein ausgeschnittenes Stück Hornhaut, wenn es in den Defect zurückgebracht, oder in einem gleichen Defect eines anderen Auges, selbst eines anderen Thieres fixirt wird, anheilt und

sogar seine Durchsichtigkeit, wenigstens längere Zeit hindurch, bewahrt, ist bereits durch die älteren Versuche von Thomé, Bigger und Anderen bewiesen. In neuerer Zeit ist die Verwerthung des Verfahrens beim Menschen besonders durch v. Hippel wieder angeregt und die Operation mit gewissen Modificationen ausgeführt worden, doch scheint bis jetzt die praktische Brauchbarkeit der Hornhaut-Transplantation beim Menschen doch nur sehr beschränkt zu sein. Genauere anatomisch-histologische Untersuchungen über das Verhalten der implantirten Hornhaut bei Thieren sind durch Neelsen und Angelucci, sowie durch Wagenmann angestellt worden. Während die Ersteren zu einem relativ ungünstigen Ergebniss gelangten, indem sie stets einen Ersatz des Hornhautgewebes durch ein trübes, theils von der Iris, theils von der Hornhaut gebildetes Narbengewebe fanden, gelang Letzterem die Einheilung mit wenigstens theilweise erhaltener Durchsichtigkeit.

Der Vortragende bediente sich zu seinen Versuchen des von v. Hippel angegebenen Hornhauttrepans, mit welchem eine ca. 4 mm im Durchmesser haltende Scheibe aus der Hornhaut herausgeschnitten wurde. Zur Fixirung wurden nach der Replantation des excidirten Stückes die Lider vernäht; in einem Versuche wurde das implantirte Stück einer Katzenhornhaut in der Hornhaut eines Kaninchens durch zwei Nähte mit feinem Haar befestigt; doch misslang dieser Versuch in Folge sehr starker Quellung des eingesetzten Stückes. Das implantirte Stück wird sehr bald durch Fibrin mit der umgebenden Hornhaut verklebt, doch wird es durch die unausbleibliche Quellung des Gewebes bald sehr verdickt und ragt knopfartig über das Niveau der Hornhaut hervor. Allmählich flacht sich das eingesetzte Stück wieder ab, die Verbindung mit der Umgebung wird durch weissliches Narbengewebe herbeigeführt; neugebildete Gefässe ziehen von der Umgebung in das eingesetzte Stück, welches trübe und weisslich aussieht, aber in ziemlich kurzer Zeit nach Rückbildung der Gefässe sich wieder aufhellt und vollkommen durchsichtig werden kann. Synechie der Iris tritt sehr leicht ein, besonders wenn die Implantation nicht im Centrum gemacht ist, doch stört eine derartige umschriebene Synechie den

Verlauf nicht. Vorfall der Linse oder des Glaskörpers kam nicht vor.

Der Vortragende zeigt ein lebendes Kaninchen vor, bei welchem die Trepanation der Hornhaut am 6./3. 97 ausgeführt worden war. In diesem Falle hing das ausgeschnittene Stück noch an einem Fädchen, was ohne Einfluss auf die Ernährung des Gewebes, aber von Bedeutung für die Fixirung des Stückes ist. Das Auge wurde gar nicht besonders gepflegt, da das Aussehen anfangs derartig war, dass an ein Gelingen des Versuchs kaum gedacht wurde. Bei einer Besichtigung nach Ablauf von einigen Wochen war die Einheilung schon vollendet. Das eingesetzte Stück hat sich so vollständig aufgehellt, dass es dieselbe Transparenz wie die umgebende normale Hornhaut besitzt. Die Grenze gegen diese ist durch eine feine weissliche, nur bei guter Beleuchtung sichtbare circuläre Narbe gebildet. Das implantirte Stück ragt ganz leicht, wie ein flaches Uhrglas, über das Niveau der Umgebung hervor. Bemerkenswerth ist, dass das implantirte Stück sich bis jetzt vollständig unempfindlich bei Berührung erhalten hat; sobald man den weisslichen Narbenrand berührt, erfolgt dagegen Lidschluss. Bei focaler Beleuchtung lässt sich eine schmale Synechie am vorderen Umfang des implantirten Stückes (welches in der vorderen Hälfte der Hornhaut sitzt) erkennen.

Am linken Auge desselben Thieres war in Folge eines missglückten Implantationsversuches mit einem Stück alter in Spiritus conservirter menschlicher Hornhaut eine leukomatöse Narbe im hinteren Abschnitt vorhanden; ausserdem waren auf der Hornhaut mehrere Residuen von Höllensteinätzungen in Gestalt gelblicher glatter Flecken vorhanden. Eine 5 mm im Durchmesser haltende Scheibe, welche einen dieser Aetzflecken trug, wurde mit dem Trepan herausgelöst und sodann wieder eingesetzt (anfangs ohne besondere Fixirung, nach einigen Stunden wurden die Lider vernäht). Das Auge sah anfangs wenig vertrauenerweckend aus, da das eingesetzte Stück stark hervorquoll, sich trübte und vascularisirte, doch ging auch hier die Trübung wieder zurück; das Hornhaut-Stück ist z. Z. der Demonstration nur wenig vorgewölbt und klar, und lässt, was besonders be-

merkenswerth ist, den darin befindlichen Aetzfleck fast unverändert erkennen, nachdem die zahlreichen Gefässe, welche sich hauptsächlich nach dieser Stelle des Stückes hin entwickelt hatten, wieder verschwunden waren. In diesem Fall ist jedoch an der hinteren Fläche der durchsichtigen Hornhaut eine trübe weissliche, von eigenthümlich netzförmigen Fältchen durchzogene Schicht vorhanden. Die Iris ist mit dem ganz an der Hornhautperipherie befindlichen Stück verwachsen. Das implantirte Stück ist unempfindlich.

Der Vortragende legt ferner mikroskopische Schnittpräparate der vorderen Hälfte beider Augen eines jungen Kaninchen vor, dessen linkes Auge den Verschluss eines nach missglückter Implantation zurückgebliebenen Trepanations-Defectes durch Narbengewebe zeigte, während rechts eine mit fast genau demselben Ergebniss wie bei Nr. 1 geheilte Reimplantation einer Trepanationsscheibe gemacht worden war. Die weissliche, circuläre Narbe war in diesem Fall nur wenig breiter wie dort. Die Präparate sind mit Sublimat fixirt und mit Haematoxylin-Eosin, z. Th. auch nach van Gieson gefärbt. Der narbige Verschluss des Defectes der l. Hornhaut entspricht ganz dem von Neelsen und Angelucci beschriebenem Verhalten. Der Defect ist ursprünglich durch Fibrin ausgefüllt, welches von den Rändern her bereits grösstentheils durch neugebildetes Bindegewebe durchwachsen und ersetzt ist. An der hinteren Fläche ist am Rande die Iris sowie die vordere Linsenkapsel adhärent; die vordere Fläche ist bis auf eine kleine Stelle in der Mitte durch neugebildetes geschichtes Epithel bedeckt.

Schnitte durch die rechte Hornhaut zeigen an der Stelle des eingesetzten Stückes eine bei schwacher Vergrösserung kaum merkbare Verschiedenheit von der umgebenden Hornhaut. Am peripherischen Rande ist die Iris vermittelst eines schmalen Bindegewebsstreifens adhärent, doch grenzt sich die Verwachsung ganz scharf von der Hornhaut ab. Die Grenze des eingesetzten Stückes ist jederseits am deutlichsten an einer leichten Verdickung des geschichteten Epithels erkennbar, welches eine flache Verwölbung nach innen bildet. An derselben Stelle ist das Gewebe der Hornhaut von etwas dichterer faseriger und zellen-

reicher Beschaffenheit, welche jederseits sehr allmählich sowohl in die umgebende normale Hornhaut als in das implantirte Stück übergeht. Dieses zeigt deutlich den lamellösen Bau der Hornhaut, die Lamellen sind stellenweise etwas unregelmässig angeordnet; die Hornhautkörperchen mit gut gefärbten Kernen entsprechen im Ganzen in der Anordnung den normalen. Doch macht sich auch an ihnen eine gewisse Regellosigkeit bemerkbar, indem nicht alle parallel, sondern z. Th. schräg und senkrecht zur Richtung der Lamellen angeordnet, ausserdem nach den Rändern hin zahlreicher und ausserdem im Allgemeinen grösser sind, als in den normalen Theilen.

Die Descemet'sche Zellschicht ist vollkommen wieder hergestellt.

Ein abschliessendes Urtheil über die Art der Einheilung, besonders über das Verhalten der zelligen Elemente ist nach diesen wenigen Versuchen noch nicht möglich. Der Vortragende ist aber nach Analogie mit dem an anderen Geweben und Organen Beobachteten der Meinung, dass die zelligen Elemente des implantirten Stückes frühzeitig zu Grunde gehen und durch andere von den Rändern her nachwachsenden ersetzt werden. Wie sich die Zwischensubstanz bei längerer Dauer der Ein heilung verhält, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Von eingegangenen Schriften waren aufgelegt:

G. O. Sars, Crustacea of Norway Vol. II. Part. I. u. II. Bergen 1896.

Norske Nordhavs Expedition. XXIII. Zoologie. Christiania 1896.

Atti della R. Accad. dei Lincei. Anno 293 und 294. Rendiconti Vol. V fasc. 11 u. 12. Vol. VI fasc. 1—3. Roma 1896/97.

Rendiconto dell' Accad. delle Scienze fisiche e matematiche. Ser. 3. Vol. II fasc. 11 u. 12. Vol. III fasc. 1. Napoli 1896/97.

Atti e Rendiconti della Accademia Medico-Chirurgica di Perugia. Vol. VIII fasc. 4. Perugia 1896.

Verhandlungen des deutschen wissenschaftlichen Vereins zu Santiago de Chile. Band III Heft 3 u. 4. Valparaiso 1896.

American Naturalist. Vol. XXX Nr. 360. Vol. XXXI Nr. 361 u. 362. Philadelphia 1896/97.

Booker Study of Summer Diarrhoeas. Baltimore 1896.

Journal of the New-York Microscopical Society. Vol. XII Nr. 4. New-York 1896.
Smithsonian Miscellaneous Collections. 1031. Washington 1896.
Smithsonian Contributions of Knowledge. Vol. XXX, XXXI, XXXII. Washington 1895.
Johns Hopkins University Circulars. Vol. XVI Nr. 127. Baltimore 1896.
Washington Observations. 1890. Washington 1895.
U. S. Geological Survey. XVI. Report, Part I. Washington 1896.
Bulletin of the Museum of comparative Zoology. Vol. XXVIII Nr. 2 u. 3, Vol. XXX Nr. 2 u. 3 with Annual Report 1895/96. Cambridgs Mass. 1896.
31. Bericht der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Giessen 1896.
24. Jahresbericht des westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst. Münster 1896.
Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. Jahrg. 38. Berlin 1896.
Berichte des naturwissenschaftlich-medicinischen Vereines in Innsbruck. Jahrg. XXII. Innsbruck 1896.
Bericht der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft 1894/95. St. Gallen 1896.
Anastasio Alfaro, Maniferos de Costa Rica. San José 1897.
Memoirs and Proceedings of the Manchester literary u. philosophical Society. Vol. 41 Part II. Manchester 1897.
Bergens Museums Aarbog for 1896. Bergen 1897.
Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de St. Petersbourg. Ser. V Tom III Nr. 2—5. Tom IV Nr. 1—5. Tom V Nr. 1 u. 2. Tom VI Nr. 1. St. Petersbourg 1895—1897.
Hodgkins Fund 1033 (Argon by Ramsay) 1037 (Methods etc. by Bergey). Washington 1896.
Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt. 1897. Nr. 1—8.
Leopoldina. Heft XXXIII. Nr. 2—6.
11. Jahresbericht d. naturwissenschaftl. Vereins zu Osnabrück. Osnabrück 1897.
37. Jahrgang der Schriften der physikalisch-oekonom. Gesellschaft zu Königsberg i. Pr. Königsberg 1896.
11. Jahrg. d. Schriften d. naturw. Vereins d. Harzes. Wernigerode 1896.
Abhandlungen vom naturw. Verein in Bremen. Bd. XIV. Heft 2. Bremen 1897.
Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 69. Heft 5—6 Leipzig 1897.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 4 **Juni.** **1897**

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 22. Juni 1897 sprach Herr Melde im Anschluss an eine Reihe neuer physikalischer Versuche, welche er vorbereitet hatte.

Das Experiment mit dem sog. elektr. Glockenspiel giebt zur Einrichtung weiterer Versuche Veranlassung, wobei insbesondere ein Metallfaden, zwischen isolierenden Enden ausgespannt, in stehende Wellenbenbewegungen versetzt werden kann falls die Stelle eines Schwingungs-Maximums zwischen zwei Polkugeln zu liegen kommt, von denen dann Funken, von einer Influenzmaschine erzeugt, in regelmässigem Tempo nach dem Faden hin überspringen. Es gelingt hierbei einen Metallfaden — am besten sog. Goldfrisé-Fäden — von 8 und mehr Metern Länge in schönster Weise in Aliquotschwingungen zu versetzen, namentlich wenn man noch an der Stelle eines Knotens eine Dämpfung durch ein Baumwollenbündelchen einleitet. So lange die Elektrisirmaschine gedreht wird zeigt der Faden die stehenden Wellen. Es kann aber diese Schwingungszeit des Fadens auch wesentlich, ohne dass man an der Maschine dreht, verlängert werden, falls man zunächst eine Batterie von mehreren Flaschen — unser Marburger physikalisches Cabinet besitzt eine Batterie von 50 Elementen mit einer Flächengrösse von 3,6 □ Meter — ladet und dann durch den schwingenden Faden die Batterie entladet. Man erhält hierbei durch eine Minute und mehr Zeit hindurch den Faden in seiner Schwingung.

Nach diesen Experimenten führte der Vortragende einen grossen Funkeninduktor mit einer Funkenweite von 35 cm vor und stellte mit demselben einige Versuche an. Insbesondere zeigte er eine Röntgen-Photographie vor, wobei ein schwingender Metallfaden, der die zweite Oberschwingung unter Anwendung einer, durch einen elektrischen Strom und einen Elektromagneten in Schwingung erhaltenen Stimmgabel, ausgeführt hatte, als Objekt bei der Aufnahme gedient hatte. Das Negativ zeigte genau die Erscheinung, welche der Faden auch dem ihn direkt beobachtenden Auge darbietet: d. h. die dunkelsten Conturen in seinen Elangationsgrenzen.

Dem wirklichen Geheimen Rath, Herrn Professor Dr. Albert von Kölliker, Excellenz in Würzburg hat die Gesellschaft zu seinem 80. Geburtstag, am 6 Juli 1897, ein Glückwunschschreiben gesendet und denselben zum Ehrenmitglied der Gesellschaft ernannt.

Von eingegangenen Schriften waren aufgelegt:

Sitzungsberichte der physik.-medic. Gesellschaft zu Würzburg. Jahrg. 96. Würzburg 1897.
Notizblatt d. Vereins für Erdkunde zu Darmstadt. F. IV. Heft 17. Darmstadt 1896.
Deutsche botanische Monatsschrift. Jahrg. XIV. Nr. 12
Schriften d. naturwissensch. Vereins für Schleswig-Holstein. Bd. XI. Heft 1. Kiel 1897.
Abhandlungen der Senckenberg. naturf. Gesellschaft. Bd. XX. Heft 1. Bd. XXIII. Heft 3. Frankfurt a. M. 1897.
J. F. Hauser, Wasser u. seine Verwandlungen. Nürnberg 1897.
Icones florae Germanicae et helveticae. Tom 23. Dec. 5—8. Lipsiae.
Verhandlungen der schweizer. naturf. Gesellschaft (1896 in Zürich). Zürich 1896.
Actes de la société helvétique des sciences naturelles (78 sec. Zermatt). Sion 1896.
Sitzungsber. der medicin. naturw. Section d. siebenbürgischen Museumsvereins. Bd. XVIII. Heft II—III. Koloszvart 1896/97. Aerztl. u. naturw. Abth.
Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de St. Petersbourg. Ser. V. Tom VII. Nr. 2 u. 3. St. Petersbourg 1897.
Bulletin de la Societé impériale des Naturalistes de Moscou Anné 1896. Nr. 3. Moscou 1897.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

№ro. 5 Juli. 1897

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 14. Juli 1897 trug Herr Arthur Meyer vor:

Neues über die Morphologie der Bacterienzelle und die Entwicklungsgeschichte der Bacteriensporen.

Die Frage nach dem Baue der Bacterienzelle ist eine viel umstrittene. Von manchen Botanikern, z. B. von Alfred Fischer, ist die Ansicht ausgesprochen worden, dass die Zelle der Bacterien gebaut sei wie eine normale Pflanzenzelle; jedoch war diese, am nächsten liegende, Ansicht deshalb bis heute noch als unbewiesen zu betrachten, weil es bisher nicht gelungen war, den Zellenkern aufzufinden. Die Dinge, welche verschiedene Bacteriologen als Zellkerne bezeichnet haben, sind in Wahrheit sehr mannigfaltige andere Zellbestandtheile; Schottelius hat Vacuolen, Ernst Plasmaklumpen, Farbstoffkörner, Vacuolen, Sporenanlagen etc., Ilkewitz den Portoplasten der Spore, Trambusti und Galleoti haben gefärbte Membranpartieen für den Zellkern gehalten.

Von Bütschli, Löwit, Wahrlich und anderen ist die Meinung vertreten worden, dass der Bacterienprotoplast theilweise oder ganz von einem grossen Zellkerne gebildet werde, und auch die Annahme, dass die Bacterienzellen einen noch nicht in Kern und Cytoplasma differenzierten Protoplasten besässen, ist von verschiedenen Autoren ausgesprochen worden.

Wenn eine der letzteren Ansichten richtig wäre, so wäre die Bacterienzelle auch in allgemein biologischer Beziehung von grossem Interesse; kernloses Cytoplasma oder cytoplasmafreie Kerne würden ja dann dieselben physiologischen Leistungen ausführen können wie Kern und Cytoplasma zusammen. Mir erschien jede der beiden Ansichten gleich unwahrscheinlich; denn ich habe die Meinung, dass diese Gliederung des Protoplasten in zwei oder mehrere differente Organe für die Entwickelung der Lebenserscheinungen absolut nothwendig ist, dass diese Wirkungen nur durch die Wechselwirkung von in sich abgeschlossenen Organen des Protoplasten entstehen können. So war es, in Rücksicht auf die erörterte Frage, für mich von grossem Interesse, den Bau des Bacterienprotoplasten einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen. Ich benutzte als Untersuchungsobject eine kleine normale Bacterie, welche ich Astasia asterospora taufen will. Dieser Spaltpilz findet sich auf Möhren und wächst gut auf sterilisierten Möhrenscheiben, in zuckerhaltigen Nährlösungen und auf Nähragar.

Sehr interessant sind zuerst die Sporen des Pilzes. Während man bisher die Bacteriensporen stets als rundliche Gebilde mit glatter Membran beschrieben hat, besitzen diese Sporen eine mit Leisten versehene Membran, welche, wie die der normalen Pflanzensporen, eine Gliederung in Exine und Intine erkennen lässt. In Fig. *2n* ist ein Querschnitt der Spore dargestellt. In der Mitte sieht man den dunkel schattierten Querschnitt durch das Stäbchen; die helle Zone ist die Intine, der schwarze Strahlenkranz die Exine.

Bei der Keimung der Spore tritt, ohne dass die Intine verschwindet, aus der Sporenmembran ein mit einer ergastischen Membran versehenes Stäbchen aus, welches ein seitliches Geisselbüschel trägt und sofort zu schwärmen beginnt (Fig. *a*).

Für die Frage nach dem Baue des Protoplasten dieses Schwärmers war, wie wir sahen, der Nachweis des Kerns von grosser Bedeutung, und ich spürte dem Kerne der Astasiazelle deshalb zuerst in folgender Weise nach.

Man weiss von den Eumyceten her, dass die Kerne gerade während des Sporenbildungsprocesses oft sehr deutlich hervortreten, und ich suchte deshalb zuerst in den sporenbildenden

Stäbchen, den Sporangien, nach einem Gebilde, welches dort dieselbe Rolle spielte wie der Zellkern bei der Endosporenbildung der Eumyceten. In der That fand ich innerhalb der Sporenanlagen ein solches Gebilde, welches schon in den lebenden Zellen direct erkennbar war und sich bei Zusatz von Rutheniumroth (von Grübler & Co. in Leipzig) oder Jodjodkalium zu den lebenden Zellen leicht färben liess. Als ich mich mit den Eigenschaften dieses Kernes bekannt gemacht hatte, suchte ich ihn in den übrigen Entwicklungsformen des Bacteriums, fand ihn auch dort und sah, dass sein Verhalten bei der Zelltheilung mit dem Verhalten der Pilzzellkerne übereinstimmte.

Mit Berücksichtigung der auf diese Weise gewonnenen Erkenntnis lässt sich nun der Bau des Astasia-Schwärmers folgendermassen beschreiben. Der Protoplast des Schwärmers besteht aus einem fast homogen erscheinenden Cytoplasma, in welchem axile Vacuolen in grösserer oder geringerer Zahl liegen (Fig. *b*). Manchmal ist nur eine Centralvacuole vorhanden, meist aber sind mehr oder weniger zahlreiche Vacuolen zu erkennen, die, wie in den gestreckten Zellen der Eumyceten, oft durch mehr oder weniger dicke, quer gestellte Plasmalamellen von einander getrennt sind. In dem cytoplasmatischen Wandbelege liegt dann der Zellkern, welcher sich schon relativ lange vor Beginn einer Zelltheilung in zwei Kerne theilen kann (Fig. *c*), da hier, wie bei den Eumyceten, Kerntheilung und Zelltheilung von einander relativ unabhängige Vorgänge sind.

Schreitet der Schwärmer zur Theilung, so bildet sich zuerst eine relativ dicke Plasmalamelle in der Mitte des Schwärmers aus, und dann findet, wie es schon für andere Species angegeben wurde, ganz wie bei vielen Eumyceten, die succedane Entstehung einer Zellwand statt, welche ringförmig angelegt wird und sich langsam mehr und mehr schliesst (Fig. *c* u. *a*). Aber niemals stellt sich, wie ich fand, solange nicht völlige Abschnürung der entstehenden Stäbchen von einander erfolgt, ein vollkommener Schluss der Membran ein; es bleibt vielmehr hier, wie bei vielen Eumyceten, eine einfache dünne Plasmaverbindung zwischen den Zellen erhalten. Der Erfolg dieser Thatsache ist nun der, dass man Doppelschwärmer häufig findet,

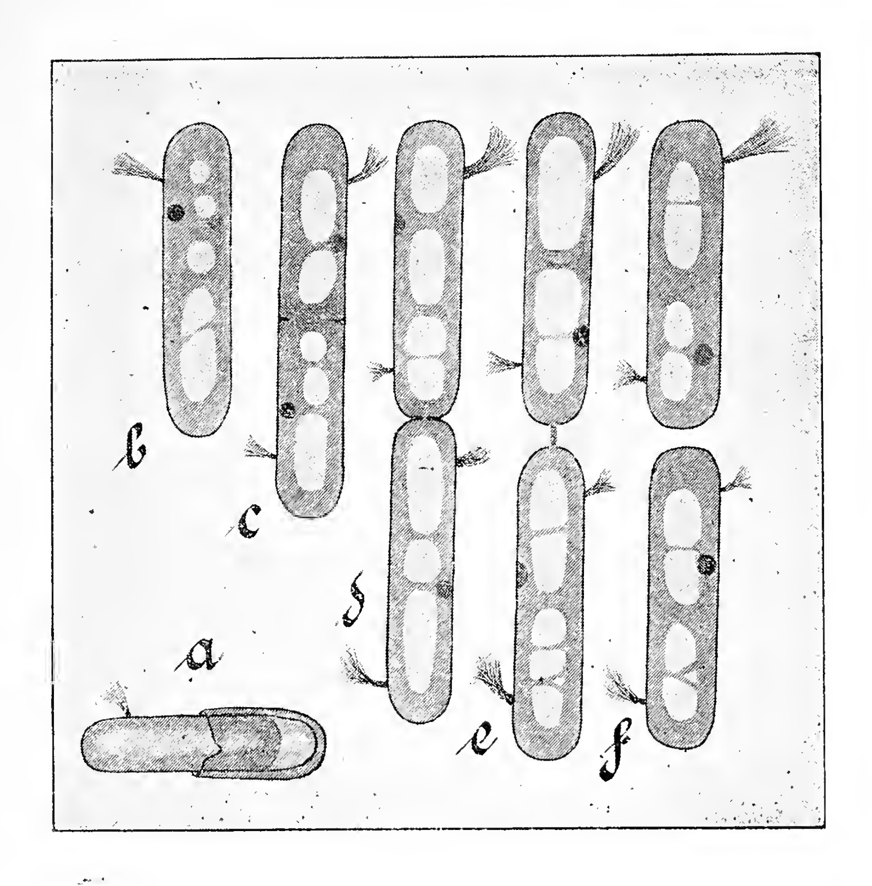
deren Protoplasten durch eine leicht nachzuweisende Plasmabrücke verbunden sind. Diese Doppelschwärmer (Fig. *e*) bewegen sich wie Einzelschwärmer, nur besitzen sie ein Gelenk in der Mitte, da sich die Membran sofort nach ihrer Ausbildung, von der Peripherie anfangend, spaltet und sich eine Gallertschicht zwischen den Spalthälften bildet, durch welche die lange Plasmaverbindung hindurch zieht. Später zerfällt der Doppelschwärmer in zwei einfache Schwärmestäbchen (Fig. *f*).

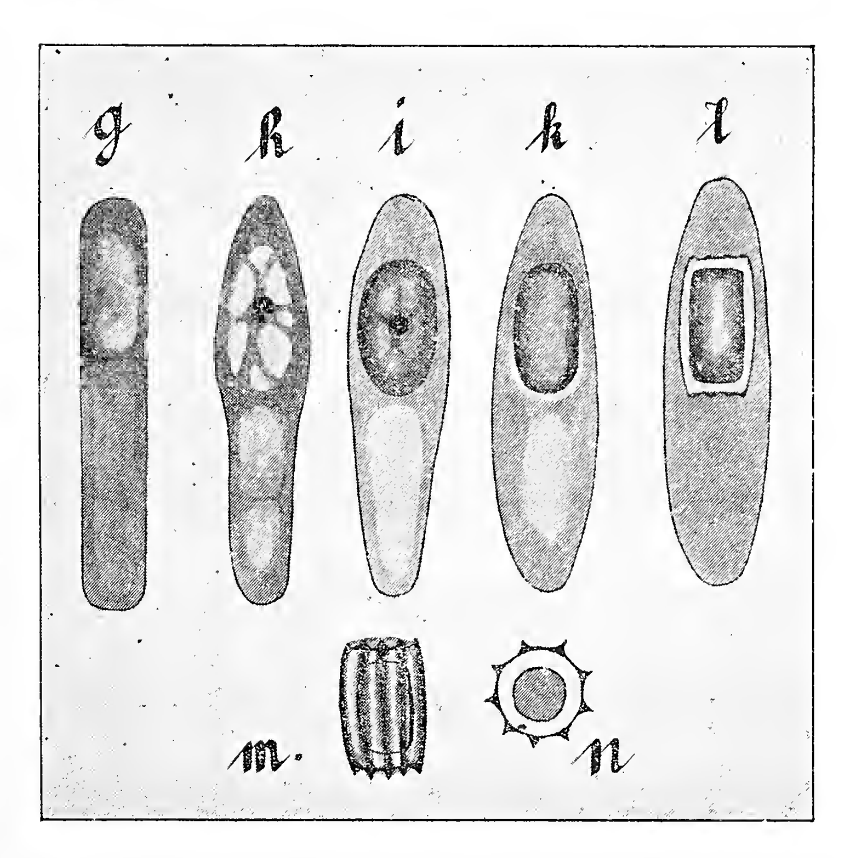
Die Schwärmer theilen sich eine Zeit lang in neue Individuen, welche schliesslich nach einem Punkte zusammenschwärmen, ihre Geisseln abwerfen, Schleimhüllen bilden und so, in Flüssigkeiten, kleine kugelförmige Colonieen erzeugen, in denen die ruhenden, einzelligen Stäbchen nun weiter neue Ruhestäbchen bilden, welche entweder absterben und dann wohl ihren Mitgenossen theilweise zur Nahrung dienen, oder Sporen erzeugen.

Die Protoplasten der Ruhestäbchen gleichen denen der Schwärmer; sie enthalten gewöhnlich in einer Zelle einen Kern oder zwei Kerne, die manchmal etwas leichter färbbar sind als die der Schwärmer und noch etwas deutlicher werden, wenn die Stäbchen zur Sporenbildung schreiten, wenn sie zu einem Sporangium werden.

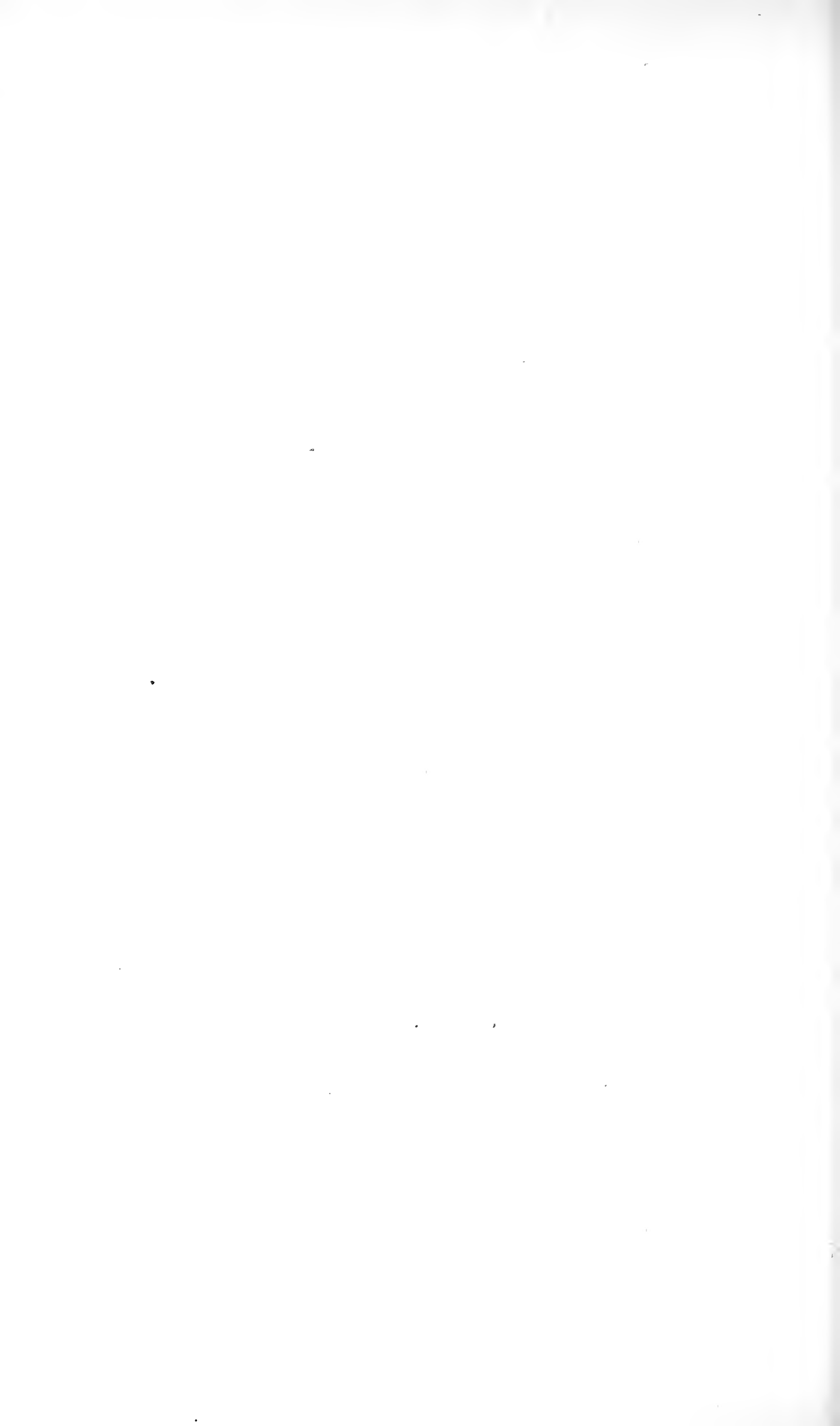
Die Sporangien sind also ein- oder zweikernig, aber in den meisten Fällen geht doch nur ein Kern der zweikernigen Sporangien in die Sporenbildung ein, der andere bleibt meist ausserhalb der einen entstehenden Spore liegen. Wir wollen nur die einkernigen Sporangien unserer weiteren Betrachtung zu Grunde legen.

Beginnt die Sporenbildung in dem Sporangium, so schwillt es schwach an, und an einem Ende entsteht eine mehr oder weniger scharf umschriebene, von dichtem Plasma umgebene Vacuole, in deren Peripherie, wohl meist erst nachträglich, der Kern eingewandert (Fig. *g*). Unter fortgesetzem weiteren Anschwellen des Sporangiums wächst die Vacuole, indem sich in ihr zugleich Plasmafäden ausspannen, in welche der Kern einwandert, so dass er von nun an mehr oder weniger der Mitte der Vacuole genähert liegt. Die Vacuole hat schon jetzt die Grösse der jungen Spore und kann mit ihrer plasmatischen Um-





Darstellung des Entwicklungsganges von Astasia asterospora.
Die Bilder sind nur wenig schematisiert.



gebung geradezu als Sporenanlage bezeichnet werden (Fig. *h*). Die Sporenanlage ist jedoch noch nicht vom Cytoplasma des Sporangiums abgegliedert. Bevor die scharfe Abgliederung beginnt, sieht man die Peripherie der Sporenanlage stärker und stärker lichtbrechend werden, so dass die Spore bei hoher Einstellung schon etwas glänzend erscheint, und nun erfolgt schnell eine scharfe Abgrenzung der Spore vom Cytoplasma (Fig. *i* u. *k*). Dieser Abgrenzung folgt eine geringe Contraction der nackten Sporenanlagen und ein Verschwinden des während der Zeit in die Peripherie der Spore gewanderten Zellkerns für das Auge und bisher auch für den Nachweis mit Farbstoffen.

Was jetzt als stark lichtbrechender Körper im Sporangium liegt, ist die nackte Spore. Sie umgiebt sich nun sehr langsam mit Membran. Zuerst scheint die Intine gebildet zu werden, später wird die Exine angelegt und auf dieser zuletzt die Leisten. So bildet sich die Spore vollkommen im Sporangium aus (Fig. *l*), durch dessen Zerfall sie frei wird.

Bis zuletzt findet sich neben der Spore Cytoplasma im Sporangium.

Nach dem Mitgetheilten leuchtet es ein, dass die Spaltpilze mit keiner Organismengruppe eine grössere Aehnlichkeit zeigen als mit den Ascomyceten, speciell mit der Reihe der Exoasci. Nach den Aehnlichkeiten dürfen wir die Schizomyceten, soweit diese mit Astasia verwandt sind, als eine besondere Gruppe neben die Ascomyceten stellen; als eine Gruppe, deren Species speciell an das Leben in Nährflüssigkeiten angepasst sind. Von den Exoasci unterscheiden sie sich nur durch die unverzweigten Hyphen und durch ihre Schwärmer. Letztere unterscheiden sich aber von den Oidien vieler Ascomyceten nur durch die Geisseln, so dass man sie geradezu als Schwärmoidien bezeichnen darf. Wenn sich die Angaben bewahrheiten, dass Verwandte der Astasia echte Verzweigungen bilden können, so wäre ein weiterer Unterschied zwischen den Ascomyceten und Schizomyceten hinfällig geworden.

Mit den Spaltalgen haben die meisten Bacterien kein wesentliches morphologisches oder entwicklungsgeschichtliches Moment gemeinsam ebensowenig mit den meisten derjenigen Organismen,

die man als Flagellaten zusammengestellt hat. Geisseln kommen, mit Ausnahme von Angiospermen, in allen grösseren Pflanzengruppen vor.

Das Mitgetheilte ist einer grösseren, abgeschlossenen Arbeit entnommen, welche in dem Ergänzungsband 1897 der Flora (mit Tafel VI), im Oktober erscheinen wird.

In der derselben Sitzung (14. Juli 1897) sprach Herr Professor Kossel:

Ueber die einfachsten Eiweisskörper.

Die erste Bedingung für die Lösung der Frage nach der chemischen Constitution der Eiweisskörper ist die, dass man die einfachsten Glieder dieser Gruppe von chemischen Verbindungen ausfindig macht. Erst wenn man durch das Studium dieser einfachsten Eiweisskörper einen Einblick in das Wesen derjenigen Atomgruppe erhalten, die allen verschiedenen Eiweisskörpern als Kern zu Grunde liegt, wird man Gesichtspunkte für ein System der Eiweisschemie erhalten. Erst dann wird man das Verhältniss der einzelnen Eiweissstoffe zu einander, ihre Entstehung und Umwandlung in den Organen der Thiere und Pflanzen nach einem klaren und rationellen Plan erforschen können. Die beschreibende Chemie des Thierkörpers muss eben gerade wie andere descriptive Disciplinen dahin streben, unter den mannigfaltigen, einander gleichenden Formen den einfachsten Typus herauszufinden und diesen der Untersuchung zu Grunde zu legen. Diese Nothwendigkeit ist im Gebiet der Eiweisschemie bisher sehr wenig gewürdigt worden. Im Gegentheil hat man gerade die complicirtesten Eiweissstoffe, z. B. das Caseïn mit Vorliebe zu den Forschungen über die Constitution verwandt und hat denn auch aus ihnen ein unentwirrbares Gemenge der verschiedenartigsten Spaltungsproducte erhalten.

Bei meinen Untersuchungen über die Bestandtheile des Zellkerns bin ich auf eine Gruppe von basischen Stoffen aufmerksam

geworden, die von Miescher entdeckt und bis vor Kurzem sehr wenig beachtet worden sind — die Protamine. Ich hatte vor Kurzem die Ehre der Gesellschaft über diese Substanzen zu berichten. Seitdem habe ich meine Studien über diese Stoffe fortgesetzt und es ist mir nicht zweifelhaft, dass sie zur Gruppe der Eiweisskörper gezählt werden müssen und dass ihr Molekül einfacher zusammengesetzt ist, als das aller bisher bekannten Glieder dieser Gruppe.

Miescher fand das erste Protamin in dem Kopf der Lachspermatozeon. Wenn man die isolierten Spermatozoen mit Wasser schüttelt, so lösen sich die Schwänze ab und man erhält beim Centrifugiren einen Bodensatz, der aus den Köpfen besteht. Die Köpfe bestehen nun nach Miescher's Untersuchungen im Wesentlichen aus einer salzartigen Verbindung der Nucleïnsäure mit dem basischen Protamin. Miescher hat das Platinchlorhydrat dieses Körpers analysirt und zunächst die Formel $C_9 H_{20} N_5 O_3$ aufgestellt.

Bei meinen Untersuchungen stellte sich nun heraus, dass das Protamin nicht auf das Vorkommen in den Spermatozeen des Lachses beschränkt ist. Nicht allein bei andern Salmoniden sondern auch beim Stör und beim Hering lassen sich Protamine in den Köpfen der Spermatozoen nachweisen. Ich habe schon in meinem letzten Vortrag das Protamin des Störs, das Sturin, als eine vom Lachsprotamin, dem Salmin, verschiedene Substanz beschrieben. In diesem Frühling habe ich Gelegenheit gehabt, das Heringsperma zu untersuchen und habe hier ein drittes Protamin aufgefunden, für welches ich den Namen Clupeïn vorschlagen möchte.

Die Eigenschaften dieser Protamine weichen wenig von einander ab. Alle sind stark basische Stoffe, die gut charactersirte Salze mit Säuren geben. Zur Darstellung und zur Analyse habe ich hauptsächlich die Sulfate benutzt. Man gewinnt diese aus den ganzen Spermatozoen oder auch aus den isolierten Köpfen, indem man die mit Alkohol und Aether extrahirten Organe mit verdünnter Schwefelsäure auszieht, und diese Lösung mit Alkohol fällt. Das gefällte Sulfat wird sodann in einer nicht zu grossen Menge heissen Wassers gelöst. Aus dieser Lösung scheidet sich

das Clupeïnsulfat beim Erkalten als farbloses Oel ab, während die Sulfate des Salmins und Sturins in Wasser mehr löslich sind. Diese können aber ebenfalls leicht aus ihren wässerigen Lösungen gewonnen werden. Ich machte nämlich die Beobachtung, dass eine geringe Menge Aether, welche man mit der wässerigen Lösung von Salmin oder Sturinsulfat schüttelt, dieses zum grössten Theil als ölige Flüssigkeit zur Abscheidung bringt. Diese Eigenschaft lässt sich mit Vortheil zur Reinigung der Protamine verwenden.

Unter den Salzen der Protamine finden sich auch solche, die in Wasser unlöslich sind. Zu den Fällungsmitteln der Protamine gehören, wie bereits Miescher beim Salmin bemerkte, Ferrocyankalium, Phosphormolybdänsäure und Jodquecksilberjodkalium, ich habe auch mit Vortheil wolframsaures und pikrinsaures Natron verwandt. Die genannten Reagentien fällen bekanntlich Eiweisskörper im Allgemeinen aus ihren Lösungen aus, aber es ist doch ein Unterschied vorhanden zwischen der Fällung der Protamine und der Fällung derjenigen Substanzen, welche gewöhnlich als Eiweiss bezeichnet werden. Diejenigen Fällungsmittel, welche in »Eiweisslösung« nur bei Gegenwart von Säuren einen Niederschlag hervorrufen, wie z. B. Pikrinsäure, Phosphorwolframsäure, Ferrocyanwasserstoff, fällen die Protamine schon aus neutralen und z. Th. selbst aus schwach alkalischen Flüssigkeiten. Es ist leicht ersichtlich, dass diese Eigenschaften unter Umständen zur Trennung von Protamin und Eiweiss benutzt werden können, freilich giebt es auch Eiweissstoffe, die sich den Protaminen ähnlich verhalten — das sind diejenigen, welche ich unter dem Namen der Histone zusammengefasst habe und welche nach meiner Ansicht als Verbindungen von Protaminen mit Eiweisskörpern aufzufassen sind. Von den unlöslichen Salzen der Protamine habe ich das Pikrat mit Vortheil bei der Reinigung und Darstellung der Protamine benutzt. Wenn man Protaminsulfat durch Extraction von Spermatozoen mit wässeriger Schwefelsäure darstellt, so haftet dem Protamin hartnäckig eine geringe Menge Nucleïnsäure an, welche sich durch Umlösen des Sulfats und Ausfällung aus wässeriger Lösung mit Aether oder Alkohol nicht völlig entfernen lässt. In diesem Falle

bietet die Ueberführung des Sulfats in das unlösliche Pikrat ein gutes Hülfsmittel zur Abtrennung der Nucleïnsäure dar. Aus dem Pikrat lässt sich durch Aetherextraction der mit Schwefelsäure angesäuerten Flüssigkeit die Pikrinsäure leicht herausschaffen.

Die Analyse des Sulfats vom Salmin hat mich früher zu der Formel $C_{16} H_{31} N_9 O_3, H_2 SO_4$ geführt [1]), wegen der Analogie mit dem Clupeïn erscheint es mir passend, die Formel zu verdoppeln, sodass sich die Zusammensetzung $C_{32} H_{62} N_{18} O_6, 2H_2 SO_4$ ergiebt. Das Clupeïnsulfat entspricht der Formel $C_{30} H_{57} N_{17} O_6, 2H_2 SO_4$ Es zeigen sich hier also Unterschiede, wie sie auch sonst wohl bei verschiedenen einander analogen Producten des Thierkörpers vorkommen.

Wie ich schon früher mitgetheilt habe, entsteht bei der Zersetzung der Protamine durch siedende verdünnte Schwefelsäure das Arginin, $C_6 H_{14} N_4 O_2$, ein Körper der von E. Schulze zuerst in keimenden Pflanzen aufgefunden und später von Hedin als Zersetzungsproduct der Eiweisskörper characterisirt wurde, als zweites Zersetzungsproduct ergab sich eine bis dahin nicht bekannte Base, das Histidin: $C_6 H_9 N_3 O_2$. Bald nachdem ich die Eigenschaften dieser Base beschrieben hatte, wurde von Hedin ein Körper von den gleichen Eigenschaften unter den Zersetzungsproducten der Eiweisskörper entdeckt, und es ist jetzt ausser Zweifel, dass dieser Körper mit dem Histidin identisch ist. In meiner früheren Mittheilung habe ich bereits angegeben, dass ausser diesen beiden Basen noch eine dritte vorhanden ist, deren Isolirung mir aber damals noch nicht gelungen war. Neuerdings habe ich dieselbe fassen können, und sie hat sich als ein Körper erwiesen der auch ein constantes Zersetzungsproduct der Eiweisssubstanzen ist, nämlich das von Drechsel entdeckte Lysin.

Fassen wir diese Ergebnisse zusammen, so zeigt sich, dass bei der Zersetzung der Protamine drei Basen entstehen, die alle drei auch als Producte der Hydrolyse aus Eiweisskörpern hervorgehen, nämlich Arginin, Histidin und Lysin. Die anderen Zersetzungsproducte der Eiweisskörper, z. B. die Amidosäuren, entstehen hingegen aus den Protaminen nicht. Recht interessante Be-

1) Siehe Hoppe-Seyler's Zeitschrift f. physiol. Chemie. Bd. 22. S. 176.

ziehungen ergeben sich, wenn wir, gestützt auf die Thatsache, dass das Arginin in viel grösseren Mengen aus dem Protamin hervorgeht, als die übrigen Basen, die Annahme machen, dass auf drei Theile Arginin 1 Theil Histidin und 1 Theil Lysin entsteht. Dann würden sich folgende Zahlen ergeben:

3 Mol. Arginin: $C_6 H_{14} N_4 O_2 = C_{18} H_{42} N_{12} O_6$
1 Mol. Histidin: $C_6 H_9 N_4 O_2 = C_6 H_9 N_3 O_2$
1 Mol. Lysin $C_6 H_{14} N_2 O_2 = C_6 H_{14} N_2 O_2$
$C_{30} H_{65} N_{17} O_{10}$

Nimmt man nun ferner an, dass die fünf Moleküle Basen in der Weise zusammentreten, dass je zwei mit einander verbundene Moleküle ein Molekül Wasser verlieren, so würde sich ein Verlust von $4 H_2O$ ergeben und es würde die Formel $C_{30} H_{57} N_{17} O_6$ resultiren, dies ist die Formel, welche ich, wie vorher erwähnt, bei der Analyse des Clupeïns gefunden habe.

Die Zahlenverhältnisse, welche ich dieser Annahme zu Grunde gelegt habe, sind willkürlich gewählt und beruhen nicht etwa auf quantitativen Bestimmungen. Mögen sie sich bei näherer Untersuchung als zutreffend erweisen oder nicht, jedenfalls ergiebt sich aus meiner Deduction, dass ausser den von mir gefundenen Spaltungsproducten andersartige Atomcomplexe, etwa Amidosäuren, nicht im Molecül des Clupeïns vorhanden sind.

Die Thatsache, dass aus den Protaminen gewisse wesentliche Zersetzungsproducte der Eiweisskörper erhalten werden, hat mich zu der Annahme geführt, dass den Eiweisskörpern dieselbe Atomverkettung zu Grunde liegt, die wir in den Protaminen vor uns haben. Es ist im Hinblick auf diese Annahme von Interesse festzustellen, welche Eigenschaften der Eiweisssubstanzen auf dieser Atomgruppe beruhen, mit anderen Worten, welche Eigenschaften des Eiweisskörpers auch den Protaminen zukommen.

Wir haben eben gesehen, dass die Fällungen mit Ferrocyankalium, mit Pikrinsäure u. s. w. auch bei den Protaminen vorhanden ist. Auch die Linksdrehung der Eiweisskörper findet sich hier wieder. Besonders wichtig scheint mir, dass die constanteste Reaction der Eiweisskörper, nämlich die sogenannte »Biuretreaction« ebenfalls den Protaminen zukommt, wie das zuerst von Balke hervorgehoben ist.

Durch Pepsinsalzsäure werden die Protamine nicht angegriffen, wohl aber durch Trypsin. In Gemeinschaft mit Herrn Matthews habe ich das Verhalten des Sturins zu Trypsin untersucht und festgestellt, dass auch unter der Einwirkung dieses Ferments ziemlich schnell ein Zerfall des Protamins unter Bildung von Arginin, Histidin und Lysin erfolgt. Hierbei zeigte sich, dass in einem Falle viel, im anderen wenig oder gar kein Arginin gebildet wird. Die Bedingungen, von welchen hier die Entstehung des Arginins abhängt, sind noch nicht festgestellt.

An diese Versuche über die Einwirkung der Verdauungsfermente knüpft sich die Frage, ob die Protamine bei der Hydrolyse direkt in die genannten Basen zerfallen, oder ob bei ihrer Zersetzung noch leicht lösliche, den Peptonen vergleichbare Zwischenstufen nachzuweisen sind. Letzteres ist in der That der Fall. Kocht man Protamin eine halbe Stunde mit 10% Schwefelsäure, so nimmt die charakteristische Reaction desselben, die Fällbarkeit durch ammoniakalische Lösung von Protalbumose ab und es wird nach Entfernung des Schwefelsäureüberschusses aus dieser Flüssigkeit durch Alkohol das Sulfat eines Körpers gefällt, welcher in Wasser leicht löslich ist und der sich durch Aether aus seiner Lösung nicht ausfällen lässt. Dieser Körper giebt die Biuretreaction in intensiver Weise. Ich betrachte ihn als Analogon des Peptons und schlage für die aus Sturin erhaltenen Substanz den Namen Sturon vor. Bei der Analyse des Sulfats ergab sich die Zusammensetzung:

$$C_{30}\ H_{61}\ N_{17}\ O_8,\ 2H_2\ SO_4.$$

Vergleichen wir diese Formel mit der des Clupeïns, so ergiebt sich, dass das Sturon sich nur durch einen Mehrgehalt von $2\ H_2O$ von dem Clupeïn unterscheidet. Die naheliegende Frage, ob sich durch Hydrolyse vom Clupeïn ebenfalls das Sturon darstellen lässt, ist noch nicht entschieden. Die Eigenschaften des hier entstehenden Körpers sind denen des Sturons ähnlich, ob die Zusammensetzung auch die gleiche ist, konnte noch nicht festgestellt werden.. Jedenfalls gestattet der Zusammenhang der Formel des Sturin-Peptons oder Sturons mit der des Clupeïns einen Schluss auf einen nahen Zusammenhang in der Zusammensetzung dieser verschiedenartigen Prota-

mine. Die Entstehung von peptonähnlichen Umwandlungsprodukten aus den Protaminen gestattet ferner den Schluss, dass die basenbildende Gruppe im Eiweissmolekül derjenige Theil ist, der nicht nur die Biuretreaction bedingt, sondern auf dessen Veränderung auch die Bildung der leicht löslichen Peptone beruht.

Wenn wir nun von der Anschauung ausgehen, dass die Protamine gewissermassen als Kern im Eiweissmolekül enthalten sind, so könnte man die Eiweisssubstanzen etwa in folgender Weise ordnen.

An die erste Gruppe, die Protamine, würden sich als Bestandtheile der zweiten Gruppe diejenigen Eiweisskörper anschliessen, welche ausser den Basen noch Amidosäuren der aliphatischen Reihe z. B. Glycocoll oder Leucin ergeben. Hierzugehört der Leim.

Die dritte Gruppe würden diejenigen Eiweissstoffe bilden, welche ausser den Basen, und den Monamidosäuren der aliphatischen Reihe noch Amidosäuren der aromatischen Reihe, also Tyrosin, enthalten. Zu dieser Gruppe zählen z. B. die Peptone und das Fibroin der Seide.

Als Glieder der vierten Gruppe hätten wir die grosse Zahl derjenigen Eiweissstoffe zu betrachten, welche neben den Basen, dem Leucin, Tyrosin und anderen Amidosäuren noch schwefelhaltige Atomcomplexe enthalten, also die Eiweissstoffe im gewöhnlichen Sinne des Wortes. Durch Verschiedenheit der quantitativen Verhältnisse der Componenten werden hier grosse Differenzen bedingt. Es kann z. B. vorkommen, dass eine Gruppe, z. B. die basenbildende Gruppe, in einem grösseren Molekül mehrmals enthalten ist. Indem wir die Protamine in ammoniakalischer Lösung mit Eiweiss zusammenbringen, erzeugen wir künstlich Stoffe, die von den im Organismus vorkommenden Histonen nicht zu unterscheiden sind. Im Keratin liegt eine Reduplication der schwefelhaltigen Gruppe vor. Auch können sich, wie die Untersuchungen des Herrn Dr. Kutscher neuerdings gezeigt haben, Albumosen mit anderen Eiweisssubtanzen zu ganz neuen Eiweisskörpern vereinigen.

Zahllose andere Derivate der Eiweisskörper entstehen endlich durch Eintritt anderer organischer und anorganischer Gruppen in die bisher besprochenen Eiweisskörper. —

In derselben Sitzung (14. Juli 1897) demonstrirt Herr E. Nebelthau eine **Flagellatenart**, welche sich im Mageninhalt eines an Carcinoma ventriculi et oesophagi leidenden Kranken der medicinischen Klinik vorfand. Die Organismen wurden 12 Tage vor Eintritt des Todes des Kranken zuerst nachgewiesen u. konnten weiterhin noch an 8 Tagen im ausgeheberten Mageninhalt in grösserer und geringerer Anzahl aufgefunden werden. Der Mageninhalt sah schmutzig-grau aus, stank stark zersetzt, reagirte sauer und enthielt etwas Milchsäure, keine freie Salzsäure. Unter dem Mikroskop wurden in demselben Speisereste (Fettkügelchen und -Nadeln, Muskelfasern etc.), Häufchen von Eiterkörperchen, einzelne rothe Blutkörper und eine grosse Zahl von Mikroorganismen erkannt. Zwischen diesen Bestandtheilen fielen durch ihre lebhafte Beweglichkeit die spindelförmigen oder eiförmigen Flagellaten leicht ins Auge. Sie waren weiter ausgezeichnet — was erst nach Aufhören der Fortbewegung beobachtet werden konnte — durch 4 Geisseln, welche am vorderen Ende des Körpers ansitzen, während das andere Ende in einen Schwanz ausgezogen ist. Von dem Ansatzpunkt der Geisseln erstreckt sich nach hinten eine undulirende Membran, welche ca. die Hälfte bis zwei Drittel der Körperlänge einnimmt. Der Körper lässt gelegentlich 1 oder 2 Vacuolen erkennen, nach Essigsäurebehandlung einen Kern.

Die Grösse des Körpers beträgt: 0,008—0,009 mm,
» » » Fortsatzes beträgt; 0,0063 mm.

Die Geisseln haben annähernd die Länge von Körper und Fortsatz zusammen.

Veränderungen des Längen- und Breitendurchmessers wurden während der Fortbewegung beobachtet; eine Verlängerung des Gebildes erfolgte z. B. während des Hindurchgleitens zwischen Speisepartikelchen oder weissen Blutkörperchen.

Auf Zusatz von wenig Essigsäure zum Präparat wurden gelegentlich eine grössere Zahl von Flagellaten, welche zwischen den Speiseresten und Eiterkörperchen in Ruhe ausharrten, beweglich gemacht. Nach wenigen Minuten hörte die Fortbewegung auf, dann auch die Bewegung der Geisseln und der

undulirenden Membran. Vor Eintreten des völligen Absterbens konnten noch vorübergehend einige amöboide Bewegungen wahrgenommen werden. Im Brutschrank waren die Organismen manchmal ca. 12—18 Stunden am Leben zu erhalten, manchmal starben sie auch hier ebenso wie bei Zimmertemperatur kurze Zeit nach der Ausheberung aus dem Magen ab. Die Lebensdauer hängt offenbar von der Zusammensetzung des Nährbodens ab.

Es handelt sich nach dem Beobachteten um diejenige Form der beim Menschen vorkommenden Flagellaten, welche von Marchand [1]) am eingehendsten charakterisirt ist und welche als Trichomonas bezeichnet wird. Diese Trichomonas [2]) findet sich in der Vagina (Donné), ferner wurde dieselbe beobachtet im Darm (Grassi, Leuckart, Roos: Trichomonas intestinalis, Janowski: Trichomonas hominis), in der Blase (Marchand) und in Lungenherden resp. stinkendem Auswurf (Schmidt.) Wieting [3]) fand Trichomonas auch in Lungenherden beim Schwein. Hinzuzurechnen sind der Trichomonas nach Janowski auch Monocercomonas hominis (Grassi, Epstein), Cimaenomonas hominis (Grassi), Bodo urinarius (Künstler), Cercomonas coli hominis (May).

Bei der Section wurde eine ausgedehnte carcinomatöse Infiltration des Magens und des unteren Abschnittes des Oesophagus gefunden, ausserdem einige gangränöse Herde in den Lungen. In diesen konnten neben anderen Bestandtheilen des Mageninhalts noch 12 Stunden post mortem zahlreiche in lebhafter Bewegung befindliche Trichomonaden nachgewiesen werden. Die pathogenetische Bedeutung der Trichomonas tritt in diesem Falle ganz zurück; derselbe weist, wie auch andere Fälle, darauf hin, dass Trichomonas auf stark zersetzten Nährböden gedeiht und in solchen zu suchen ist.

---

1) Marchand, Centralblatt für Bacteriologie etc. Bd. XV S. 707.

2) Cf. die Litteratur bei Janowski, Zeitschr. für Klin. Med. Bd. 31 S. 442.

3) Wieting, Centralblatt für Bacteriologie etc. Bd. XXI S. 721.

In derselben Sitzung (14. VII. 97) zeigte Herr Marchand einige lebende Thiere vor, bei welchen

Implantationen abgetrennter Körpertheile

vorgenommen worden waren. Die erfolgreiche Ueberpflanzung abgetrennter Theile ist seit lange in der Chirurgie so allgemein gebräuchlich, dass über die Thatsache der Anheilungsfähigkeit längst kein Zweifel besteht. Indess ist das Verhalten solcher transplantirter Theile sehr verschieden, je nach der Natur des Gewebes und ganz besonders je nach dem Alter, dem Entwickelungszustand. Gewisse Gewebe heilen leicht mit Erhaltung ihrer Wucherungsfähigkeit ein, andere gehen bald nach der Ueberpflanzung zu Grunde und werden resorbirt. Zu den ersteren gehören namentlich Epithelien, sowie Knorpel von ganz jungen Thieren, besonders Foeten, wie aus den bekannten Versuchen von Zahn und von Leopold hervorgeht, während Knorpel, Knochen und andere Theile älterer Thiere nicht weiter wachsen und bald verschwinden. Abgesehen von diesem verschiedenen Verhalten der Gewebe ist von Interesse, wie lange nach dem Tode oder nach der Entnahme vom lebenden Körper die Lebensfähigkeit der Theile erhalten bleibt. P. Bert, der derartige Versuche zuerst in grosser Ausdehnung (besonders an jungen Ratten) anstellte, hatte über die Erhaltung der Lebensfähigkeit z. Th. sehr merkwürdige Vorstellungen, indem er als Criterium der erfolgten Einheilung mit Erhaltung des eigenen Lebens des überpflanzten Theiles die Vascularisation, die Versorgung mit Blutgefässen ansah. Dies ist, wie wir seitdem wissen, nicht richtig, da Gefässe von Seiten des umgebenden lebenden Gewebes auch in leblose Fremdkörper in kurzer Zeit hineinwachsen. Das einzig sichere Zeichen des erhaltenen Lebens der eingepflanzten Theile ist das Wachsthum derselben, welches in der Regel nur dann stattfindet, wenn die Theile von jungen Thieren stammen.

Der Vortragende machte nach dem Vorgange P. Bert's die Einpflanzung des von der Haut entblössten Schwanzendes junger Ratten in eine Tasche unter die Rückenhaut.

Vers. 1. 13. IV. 97. Junge weisse Ratte; das Ende des Schwanzes in einer Länge von 2,7 cm abgeschnitten und unter die Rückenhaut eingeführt, das dicke Ende nach aufwärts. Die Länge des zurückbleibenden Theiles des Schwanzes betrug 5,6 cm. -- Am 14. VII. 97 beträgt die Länge des Schwanzes 9,5 cm. Das eingeführte Stück ist in seinem oberen Theil stark gekrümmt, daher nicht gut messbar, scheint aber gewachsen zu sein; ausserdem fühlt sich das dickere Ende starr, theilweise ankylotisch an.

Vers. 2. 14. IV. 97. Weisse Ratte desselben Wurfes. Das 3,3 cm lange Schwanzende, welches nach dem Abschneiden noch mit (sorgfältig gereinigter) Haut bedeckt, 24 Stunden bei Zimmer-Temperatur von 17—18° C. in einem sterilen Agar-Röhrchen aufbewahrt worden war, unter die Rückenhaut eingeführt.

14. VII. Das Schwanzstück ist unter der Haut durchfühlbar, seine Länge beträgt, soviel sich feststellen lässt, 4,8 cm, somit um 1,5 cm mehr als vor 3 Monaten; das dickere Ende fühlt sich starr, ankylotisch an.

Vers. 3. 27. IV. 97. Ein 1,5 cm langes Stück Rattenschwanz, welches 3 mal 24 Stunden nach dem Abschneiden steril aufbewahrt worden war, unter die Haut gebracht. Einige Wirbel des aus der Hautwunde hervorgetretenen Schwanzstückes haben sich abgestossen. Ein kleines Stück ist noch unter der Haut durchzufühlen.

Zur besseren Verfolgung der Einheilungsvorgänge wurden verschiedene abgetrennte Theile in die vordere Augenkammer von Kaninchen eingeführt, wo sie ohne Störung einheilten. Zu diesen Versuchen wurden Theile des abgeschnittenen Endes des Rattenschwanzes benutzt, ausserdem Stücke des von Haut entblössten Schwanzendes eines ziemlich ausgetragenen Katzenfoetus von 13 cm Körperlänge, ferner ein ringförmiges Stück Trachea, Processus ensiformis, ein Knochenstückchen des Femur desselben Foetus.

Der Verlauf gestaltete sich in den meisten Fällen übereinstimmend. Die eingeführten Schwanzstücke (2 von Ratten), welche Anfangs rein weiss durch die durchsichtige Hornhaut sichtbar waren, liessen nach einigen Tagen dunkelrothe Streifen

durch hineingewachsene blutgefüllte Gefässe erkennen, die sich nach einiger Zeit zurückbildeten. Von einem ursprünglich etwa 1 cm langen, mit Weichtheilen (ohne Haut) umgebenen Schwanzstückchen von der Ratte sind jetzt (14. VII.) nur noch die drei, wie macerirt in der Vorderkammer auf der Iris liegenden Wirbelkörper sichtbar (Versuch vom 24. IV.), während ein zweites Schwanzstückchen noch die theilweise erhaltenen Sehnen erkennen lässt. — Die knorpeligen Theile des Katzenfoetus sind ganz oder fast ganz resorbirt, nachdem anfangs eine leichte Vergrösserung eingetreten zu sein schien.

Das dünne Schwanzende des Katzenfoetus (etwa 6—7 kleine Schwanzwirbel umfassend) ist bis auf die ganz frei hinter einander liegenden Knochenkerne der Wirbelkörper vollständig resorbirt. Ein abweichendes Resultat hatte nur ein Versuch, bei welchem ein etwa 1 cm langes, 3 Wirbel umfassendes Stück des Schwänzchens desselben Katzenfoetus (oberhalb des Endes) in die vordere Augenkammer eingeführt worden war; das Schwanzstück war dem Foetus erst nach 2 mal 24 stündiger Aufbewahrung desselben im Eisschranke (in den uneröffneten Eihüllen) entnommen worden. (27. IV. 97.) Bereits am 18. V. wurde eine Verlängerung dieses Stückes und leichte Anschwellung des oberen knorpeligen Endes constatirt. Am 14. VII. beträgt die Länge des fast rechtwinkelig nach oben umgebogenen Stückes ca. 1,6—1,7 cm. Die einzelnen Knochenkerne der 3 Wirbelkörper sind durch knorpelige Wucherung auseinander gedrängt. Ueber die histologische Untersuchung wird später berichtet werden.

Von eingegangenen Schriften waren aufgelegt:

G. O. Sars. Crustacea of Norway. Vol. I. Isopoda. Bergen 1897.
Acta Societatis pro fauna et flora fennica. Vol XI. Helsingforsiae 1895.
Meddelanden Soc. fennicae Nr. 22. Helsingforsiae 1896.
Norske Nordhaes Expedition 1876—1878. XXIV. Botanik, Gran, Protophyta. Christiania 1897.
Boletin de la Academia nacional de Ciencias en Cordoba Tom XV, Entr. 1. Buenos Aires 1896.

Johns Hopkins University Circulars. Vol. XVI Nr. 129, 130, 131. Baltimore 1897.
Journal of the New-York Microscopical Society. Vol. XIII, Nr. 1 u. 2. New-York 1897.
Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College. Vol. XXX. Nr. 4, 5, 6. Cambridge 1897.
Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard College. Vol. XXII. (Text and Atlas). Cambridge 1896.
J. F. Tristan, Insectos de Costa Rica San José 1896.
P. Biolley, Moluscos de Costa Rica. San José 1897.
Primera Exposicion Centroamericana de Guatemala. Fauna et Flora de Costa Rica. San José 1897.
The American Naturalist. Vol. XXXI. Nr. 363, 364, 365, 366, 367. Philadelphia 1897.
Transactions of the American Philosophical Society. Vol. XIX part. 1. Philadelphia 1896.
Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia 1896. Part 1. Philadelphia 1896.
Proceedings of the American philosophical Society. Vol. XXXV Nr. 151. 152. Philadelphia 1896.
Smithsonian Miscellaneous Collections 1035, 1038, 1039, 1071, 1072, 1073, 1075.
Smithsonian Contributions to Knowledge 1034. Washington 1896.
Smithsonian Report 1894.
U. S. Geological Survey. Seventeenth Annual Report part. III. Mineral Resources, Metallic and Nonmetallic Products. Washington 1896.
U. S. Department of Agriculture farmers Bulletin Nr. 54 (dupl.).
Proceedings of the Boston Society of natural history. Vol. 27 p. 75—241. Boston 1896.
Archivos do Museo Nacional do Rio de Janeiro. Vol VIII. Rio de Janeiro 1892.
Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences N. S. Vol. XXIII. Vol. XXXII. Nr. 1—4. Boston 1896.
Proceedings and Transactions of the Nova Scotian Institute of Science. Vol. IX part 2. Halifax 1896.
Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and philosophical Society. Vol. 41 Part. III. Manchester 1896/97.
Observations made at the Magnetical and Meteorological Observatory at Batavia. Vol. XVIII. Batavia 1896.
Regenwaarnemingen in Nederlandish Indie. Jaarg. 17. 1895. Batavia 1896.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 6 August. 1897

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 10. August 1897 führte zunächst Herr Melde noch weitere Experimente vor im Anschluss an die bereits in der Sitzung vom 22. Juni 1897 vorgeführten Versuche über »Harmonische Funkenentladungen«. Sodann berichtete Derselbe weiter über ein

Analogon zu den Hertz'schen Versuchen.

Schon Hertz hat darauf hingewiesen, wie die stehenden elektrischen Wellen ihre Analoga in der Akustik finden: so z. B. bei den Luftwellen, die von einer Wand reflektirt werden, mit direkten Wellen interferiren und so im Raum Knoten und Bäuche bilden, deren Lagen sich mittelst Resonatoren nachweisen lassen. In ähnlicher Weise können nun meine stehenden Fadenschwingungen sehr gut vorgeführt werden, um ein Analogon zu den elektrischen Wellen zu documentiren. Ich benutze hierzu eine Stimmgabel, welche durch einen Elektromagneten und Quecksilbercontakt sich selbst in kräftiger Schwingung erhält. Sie giebt in der Sekunde ca. 60 Schwingungen und machen ihre Zinkenenden ca. einen halben cm weite Excursionen. Wenn man nun an einem der Zinken einen weissen Zwirnsfaden durch eine Öse durchzieht und das Ende des Fadens irgendwie am Stiel der Gabel befestigt, so kann das andere Ende des Fadens in einer Entfernung von 20—30 m an einem Wirbel befestigt und mittelst dieses gespannt werden, um so stehende Wellen zu erhalten, deren Bäuche und Knoten man in schönster Art erkennt.

Der Versuch kann nun weiter so eingerichtet werden, dass die Stimmgabel in ein besonderes Zimmer verwiesen und hier auf einer Unterlage befestigt wird, welche die Schallerschütterungen möglichst wenig auf die darunter befindliche Tischplatte überträgt. Ich verfahre hierbei so, dass ich das Brett mit der Stimmgabel incls. Elektromagnet auf eine dicke Lage eines vorher nass gemachten Handtuchs aufsetze und durch einen Gewichtstein festmache. Sodann wird der Faden durch einen Schlitz in einer Thüre horizontal burch den weiteren Raum bis zu einem Spannwirbel fortgeführt. Befindet man sich dann in der Nähe dieses Wirbels, so wird man kaum etwas von den Schwingungen der Gabel hören. Man sieht die Knoten und die Bäuche, hört aber keinen Ton des Fadens. Nun nimmt man einen ganz dünnen Gummischlauch, der an einem Ende ein durchbohrtes Horn- oder Hartgummistückchen trägt, welches in den Gehörgang eines Ohres eingesetzt werden kann. Das andere Ende des Schlauches kann über ein etwa 3 mm im Lichten haltendes Stückchen eines Metallröhrchens gestreift werden, welches Röhrchen dann beim Hören durch den Schlauch ganz nahe an den schwingenden Faden gehalten wird. Nun kann man sofort nachweisen, wie der Ton des Fadens, identisch mit dem der der Gabel (denn diese schwingt transversal auf den Faden), gehört wird, wenn man das Schallröhrchen in die Nähe eines Bauches, dagegen verschwindet, falls man das Röhrchen an einen Knoten hält. Macht der Beobachter die Augen zu und dirigirt ein Zweiter das eine Ende des Schlauches, so kann der Beobachter sofort angeben, ob an der betreffenden Stelle ein Bauch oder ein Knoten vorhanden ist.

Das Analogon zu den elektrischen Wellen ist klar. Das Ende der Gabel, an dem der Faden befestigt ist, ist die Stelle, von wo aus die primären Wellen ausgehen und entspricht der Stelle, wo bei der Elektricität etwa die Primärwellen durch Funken einer Leydener Flasche bezw. durch Funken eines Induktors erregt werden. Der Spannwirbel entspricht der Stelle einer Metallwand, an welcher die elektrischen Wellen reflektirt werden.

Die Bäuche und Knoten der elektrischen Wellen weist Hertz durch elektrische Resonatoren nach, bei denen zwischen

zwei Enden eines Drahtes Funken überspringen oder nicht, je nachdem der Resonator an bestimmte Stellen von elektrischen Bäuchen oder Knoten gehalten wird. Dem entsprechend wird bei meinem akustischen Experiment der Hörschlauch verwendet. Man kann aber die Analogie mit den Hertz'schen Versuchen noch grösser machen, wenn man einen Fadenresonator verwendet. Dieser besteht einfach in einem Stück gebogenen Drahtes, über dessen Ende ein kurzer Faden gespannt ist, so dass das Ganze einen kleinen Flitzbogen bildet. Ist die Spannung des Fadens die richtige, was sich leicht durch entsprechende Biegung des Bügels erreichen lässt, und hält man den Faden des Bügels dann an der Stelle eines Bauches an den langen schwingenden Faden, so geräth auch der Resonator-Faden mit 1, 2 oder mehr Abtheilungen in stehende Wellen; hält man aber den Resonator-Faden an die Stelle eines Knotens des Stimmgabel-Fadens, so versagt es der erstere, stehende Wellen zu zeigen.

Stellt man das Fadenexperiment etwa im Freien an, wobei man die Stimmgabel auf Stein oder auf einen direkt auf dem Erdboden stehenden Tisch aufstellen kann, so fällt die Resonanz von der Stimmgabel nach weiteren Stellen des Fussbodens vollständig weg und braucht man nicht etwa die Gabel in einen Raum zu verweisen, der von dem weiteren Raum, in dem der Faden fortläuft, durch eine Thür getrennt ist. Für meine Experimente empfahl sich das letztere desshalb, weil in der betr. Thüre so wie so schon eine Füllung herausgenommen war, um für die Experimente der Optik etc. das Heliostatenlicht ins Auditorium zu lenken. In diese Füllung konnte dann leicht ein Pappdeckel mit einem schmalen verticalen Schlitz eingesetzt werden, durch welchen Schlitz der Faden gezogen wurde, dessen Schwingungen, da die Gabelzinken in einer Verticalebene schwangen, auch in einer Verticalebene vor sich gingen.

Auch die Art der Berechnung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellenbewegung, wie sie Hertz bei seinen elektr. Schwingungen vornahm, lässt sich leicht und anschaulich bei dem Fadenexperiment versinnlichen. Da diese Geschwindigkeit in beiden Fällen gleich $v = N\lambda$ ist, wenn N die Zahl der Primärpulse und λ die Wellenlänge bedeutet, so ergiebt sich, da

z. B. bei meiner Stimmgabel N gleich 60 ist und beispielshalber durch entsprechende Spannung des Fadens eine Strecke desselben zwischen zwei Knoten gleich 80 cm, d. h. die ganze in Betracht kommende Wellenlänge $\lambda = 2 . 80$ cm $= 1{,}6$ m gerechnet werden muss, das betreffende $v_t = 60 . 1{,}6 = 96$ m als die Transversalfortpflanzungs-Geschwindigkeit bei dem betreffenden Faden und der betr. Spannung.

In derselben Sitzung (10. August 1897) sprach Herr E. Korschelt:

Ueber das Regenerationsvermögen der Regenwürmer.

Als ich in der December-Sitzung 1895 über die von E. Joest vorgenommenen Transplantationsversuche an *Lumbriciden* berichtete, wies ich einleitend mit wenigen Worten auf deren grosses Regenerationsvermögen hin, welches die Neubildung des verloren gegangenen Kopf- und Schwanzendes eines Wurmes ermöglicht. Ich bemerkte, wie infolge dieser Fähigkeit aus den beiden Theilstücken eines zerschnittenen Wurmes durch Ersatz des Schwanzes am vorderen und des Kopfes am hinteren Stück zwei (zunächst freilich nicht vollständige) Individuen entstehen können, und gab fernerhin an, dass die Zertheilung noch weiter fortgesetzt werden könne. Um das Widerstandsvermögen und die Lebenszähigkeit der Lumbriciden im Hinblick auf die zu beschreibenden Transplantationsversuche zu erläutern, zeigte ich bei jener Gelegenheit eine grössere Anzahl von Theilstücken vor, deren kleinste nur einige Millimeter lang waren und aus 3—4 Segmenten bestanden. Wie in jener Mittheilung[1]) angegeben ist, war eine Parthie dieser auf meine Veranlassung von Herrn Joest hergestellten Theilstücke 8 Tage, eine zweite 28 und eine dritte 43 Tage alt. Während bei den ersteren nur erst ein Verschluss der Wundstellen zu erkennen war, liess sich

---

1) Sitzungsberichte der Gesellsch. zur Beförd. der ges. Naturwiss. zu Marburg, December 1895.

bei den anderen schon die Neubildung des Kopf- oder Schwanzendes bezw. beider erkennen. »Man hat in ihnen,« wie ich damals aussprach, »bereits wieder kleine, aber noch unvollständige (zu kurze) Würmer vor sich.«

Meine Angabe, dass kleine Stücke eines Regenwurms im Stande seien, Kopf und Schwanz neu zu bilden, beruhte also auf der aus diesen Versuchen gewonnenen Anschauung. Eine Veranlassung, die Versuche weiter fortzusetzen, lag damals nicht vor, da infolge derselben an dem sehr weit gehenden Regenerationsvermögen der Lumbriciden nicht zu zweifeln war. Weniger sicher musste diese Annahme freilich nach der kurz zuvor erschienenen Arbeit von Morgan[1]) und den bald nachher veröffentlichten Untersuchungen Hescheler's[2]) erscheinen. Nach diesen beiden Forschern, von denen besonders der letztere sehr eingehende Untersuchungen über das Regenerationsvermögen der Lumbriciden angestellt hat, ist dasselbe ein weit beschränkteres, als ich auf Grund jener Versuche ohne Weiteres annehmen zu dürfen glaubte. Es kommt hierbei weniger das Hinterende in Betracht, an welchem man auch in der freien Natur des Oefteren die Neubildung einer grossen Anzahl von Segmenten beobachten kann, sondern das bei weitem grössere Interesse betrifft das Vorderende, welches so wichtige Organe und Organcomplexe wie das Gehirn, den Mund und Schlundapparat sowie die Geschlechtsorgane enthält. Auf diesen Theil des Körpers bezogen sich dementsprechend auch die Versuche der beiden genannten Autoren, welche ziemlich übereinstimmend zu dem Ergebniss gelangten, dass bei Verlust von wenigen (bis zu 4) vorderen Segmenten diese leicht ersetzt werden. Gehen jedoch mehr als 4 (bis 9 oder 10) Segmente verloren, so kommt es gewöhnlich nur zu einer Neubildung von weniger, etwa 3 bis 4, wohl auch 5 Segmenten, während beim Wegfall von mehr als 8 bis zu 12 und 15 Segmenten die Regenerationsfähigkeit stark

---

1) T. H. Morgan, A study of metamerism. Quart. Journal Micr. Sc. Vol. 37, 1895.

2) K. Hescheler, Ueber Regenerationsvorgänge bei Lumbriciden. Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 30, 1896.

abnimmt und hinter dem 15. Segment überhaupt völlig aufhört (Hescheler) oder doch nur ganz ausnahmsweise vorkommt (Morgan). Nach Hescheler treten dann wohl noch Regenerationsknospen auf, an denen jedoch keine Segmentirung erfolgt und die sich nicht weiter entwickeln, womit auch Morgan's Befunde übereinstimmen, nur dass dieser bei zwei Würmern (*Allolobophora foetida*, der ausschliesslich von ihm benutzten Art), denen 20 bis 40 vordere Segmente fehlten, Regenerationen von 4 bis 5 Segmenten und bei einem dritten Wurm, welcher wahrscheinlich 35 bis 40 Segmente verloren hatte, eine solche von 15 oder mehr Segmenten beobachtete. Diese Fälle werden ausdrücklich als Ausnahmen bezeichnet, während im übrigen das Regenerationsvermögen der Lumbriciden am Vorderende des Körpers ein in der angegebenen Weise sehr beschränktes sei.

In einer zweiten Arbeit über denselben Gegenstand [1]), welche in diesem Frühjahr erschien, beschäftigt sich Hescheler mit meinen oben erwähnten Angaben über das Regenerationsvermögen der Regenwürmer und findet, dass sie den seinigen direct zuwider laufen. Da er an der Beweiskraft seiner und Morgan's Beobachtungen festhält, so glaubt er den Widerspruch nur dadurch erklären zu können, dass es sich bei meinen Versuchen um andere Arten als bei denen von ihm und Morgan handeln müsse und dass den betreffenden Arten ein stärkeres Regenerationsvermögen zukäme. Einen hierbei von Hescheler erhobenen Vorwurf muss ich als berechtigt anerkennen, nämlich den, dass die über die verwendeten Arten gemachten Angaben nicht genau genug sind; es wurden nur die üblichen veralteten Artnamen angegeben, doch darf ich dies vielleicht damit entschuldigen, dass es sich für uns zunächst nur darum handelte, überhaupt die Möglichkeit der Verwachsung getrennter Theilstücke von Lumbriciden festzustellen. Es wurde dann bald eine genaue Bestimmung der verschiedenen Arten nach den Monographien von Rosa und Beddard vorgenommen, wie sie sowohl in Joest's demnächst im Archiv für Entwicklungsmechanik zur

1) Weitere Beobachtungen über Regeneration und Selbstamputation bei Regenwürmern. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. Zürich, Jg. 42, 1897.

Ausgabe gelangender ausführlicher Arbeit, wie auch in der weit früher erschienenen Veröffentlichung von Rievel[1]) enthalten ist, so dass also dieser Mangel weit früher als die Rüge erhoben wurde seine Abhilfe fand. Man wird übrigens aus dem Folgenden ersehen, dass dieser Punkt in Bezug auf die hier behandelte Frage gleichgiltig ist, da die von Hescheler benützten Arten, welche ich daraufhin untersuchte, sich ganz ebenso verhalten, wie ich dies damals angab.

Hescheler hat nun auf Grund meiner Angaben mit *Lumbricus herculeus Sav.*, *Allolobophora terrestris Sav.* und *All. caliginosa Sav.* weitere Versuche über die Regeneration des Vorderendes angestellt, die seine früheren Ergebnisse durchaus bestätigen, wie er sagt: »Von den genannten Species lebten nun wiederum hintere Hälften oder kleinere Parthien eines Regenwurms im Allgemeinen etwa einen Monat, einzelne aber auch 3 bis 4 Monate, ohne am Vorderende neue Segmente zu bilden. Zwei Exemplare (All. terrestris) wurden in ganz kleine Stückchen, bestehend aus ca. 10 Segmenten, zerlegt; von diesen lebten die meisten etwa einen Monat, einige wenige 2 oder $2^1/_2$ Monat. Davon regenerirte kein einziges ein Vorderende: 1 Stückchen dagegen, etwa der Mitte entnommen, bekam nach 18 Tagen ein Schwanzregenerat in Form eines langen dünnen Anhängsels, wie ich das in der ersten Arbeit beschrieben habe.« Hescheler fährt dann fort: »Der Satz, dass wenige Segmente, irgend einem Regenwurmkörper entnommen, im Stande sind, sowohl das Vorder- wie Hinderende neu zu erzeugen, ist daher, in dieser Allgemeinheit ausgesprochen, nicht richtig. Dagegen mögen wohl einige Arten, offenbar aber nicht die, welche ich untersuchte, wirklich

---

1) Die Regeneration des Vorderdarms und Enddarms bei einigen Anneliden. Zeitschr. f. wiss. Zool., 62. Bd., 1896. — Bezüglich dieser Arbeit sehe ich mich genöthigt, eine Bemerkung anzuknüpfen. Leider fällt es mir erst jetzt auf, dass Rievel bei der Besprechung der auf die Lumbriciden bezüglichen Litteratur auch Bülow's Untersuchungen über *Lumbriculus* behandelt, nachdem er dieselben allerdings auch schon vorher bei den Limicolen erwähnte. Zu meinem Bedauern ist mir dieses Versehen bei der Durchsicht der Arbeit entgangen, weshalb ich dasselbe bei dieser Gelegenheit richtig stellen möchte.

»ein erstaunliches« Regenerationsvermögen besitzen, was nach den Mittheilungen von Korschelt angenommen werden muss.«

Hierzu möchte ich bemerken, dass es mir fern lag, auf Grund der wenigen, ganz nebenbei gemachten Beobachtungen in jenen einleitenden und mehr zur Orientirung gesagten Worten den Satz mit Absicht so bestimmt zu formuliren, wie es hier geschieht, dass aber trotzdem dieser Satz ungefähr das Richtige treffen dürfte, wenn man von den grossen Verlusten absieht, welche naturgemäss die schwere Verwundung bei der Operation mit sich bringt. Gegen diese scheinen die einen Arten mehr, die anderen etwas weniger widerstandsfähig zu sein. Im Allgemeinen fand ich bei den von mir untersuchten Arten, besonders auch bei der von Hescheler in erster Linie verwendeten All. terrestris im Gegensatz zu seinen eigenen Angaben eine grosse Lebenszähigkeit der Theilstücke sowie ein ausgezeichnet entwickeltes Regenerationsvermögen, und wenn man Länge und Segmentzahl der Regenerate zumal in noch späteren als den hier abgebildeten Stadien mit dem Umfang des Theilstücks vergleicht, so wird man den damals von mir gebrauchten Ausdruck »eines fast erstaunlichen Regenerationsvermögens« vielleicht erklärlich finden.

Um die früheren Beobachtungen zu wiederholen und um womöglich die Regenerationsfähigkeit von Theilstücken aus den verschiedenen Körpergegenden festzustellen, unternahm ich einige neue Versuche, von denen ich gleich von vorn herein bemerken kann, dass sie zu denselben Ergebnissen führten wie die drei oben erwähnten im December 1895 angestellten Versuche.

Es handelt sich zunächst nur um zwei Versuche, welche mit den hier am leichtesten zu beschaffenden Arten *Lumbricus rubellus Hoffm.* und *Allolobophora terrestris Sav.* vorgenommen wurden. Die letztere Art wurde deshalb gewählt, weil sie, wie schon erwähnt, in erster Linie zu Hescheler's Versuchen gedient hatte.

Versuch 3.[1])

Lumbricus rubellus Hoffm. Am 6. Juli d. J. wurden 21 ausgewachsenen Würmern von vorn her je 7 Stücke abgeschnitten. Nr. 1, das Kopfstück, umfasste 6—10 Segmente, Nr. 2 die Genitalregion und etwas weiter nach hinten; die folgenden Stücke Nr. 3, 4, 5, 6 und 7 wurden nicht genau bemessen und bestanden mindestens aus 8, meist aber aus 10 und mehr Segmenten. Dementsprechend ist das übrig bleibende Endstück, Nr. 8, von etwas verschiedener Länge und Segmentzahl.

Die Kopfstücke und Theilstücke aus der Geschlechtsgegend (Nr. 1 und 2), welche bei diesem Versuch keine guten Ergebnisse lieferten, sollen hier zunächst ausser Betracht bleiben ebenso wie die Endstücke (Nr. 8); von ihnen wird später noch die Rede sein. Bei den Stücken der übrigen Nummern zeigten

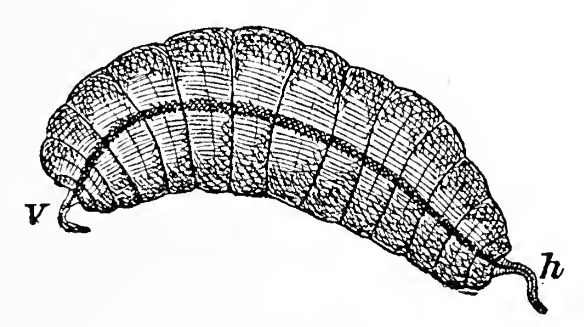


Fig. 1. *All. terrestris.* Vers. 7, Theilstück Nr. 4, I, operirt 11. Aug., gezeichnet 23. Aug. 1897. Vergr. 7½. *v* vorderes, *h* hinteres Regenerat.

sich nach 12 Tagen kleine zarte Regenerationsknospen, die am 20. Juli schon als dünne Spitzchen mit blossem Auge gut sichtbar hervorragten und am 23. Juli bereits die Länge von 1 mm und mehr erreicht hatten. Am 6. August massen einige dieser Regenerate, welche anfangs als dünne fadenförmige Anhängsel erschienen (Fig. 1) und sich später verstärkten (Fig. 2, S. 79), bereits bis zu 5 und 6 mm und zählten einige 50 Segmente. Die so regenerirten Theilstücke mit ihrem plumpen, tonnenförmigen Mittelstück und den sehr dünnen, zarten und ganz durchsichtigen

1) Ich bezeichne die Versuche durch die Nummern, welche ich ihnen nach der zeitlichen Aufeinanderfolge gab. Versuch 1 und 2 beziehen sich auf die Entfernung eines längeren vorderen Körpertheils und werden noch zu erwähnen sein.

Anhängen bieten ein höchst eigenthümliches Aussehen dar, zumal wenn das Theilstück besonders kurz, die Regenerate dagegen sehr lang sind, wie dies vorkommt.

Von 39 am 6. August, also einen Monat nach der Operation, noch vorhandenen Stücken besassen 17 kürzere oder längere Regenerationsknospen, welche sich folgendermassen auf die einzelnen Nummern vertheilten:

		Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
6. August	Reg.	1	2	3	3	8
	Nicht Reg.	2	—	7	6	7
10. August	Reg.	1	2	5	3	8
	Nicht Reg.	1	—	5	6	7

Also am 6. August vorhanden:

Regenerirte Stücke 17
Nicht regenerirte Stücke 22
Im Ganzen 39

und am 10. August vorhanden:

Regenerirte Stücke 19
Nicht regenerirte Stücke 19
Im Ganzen 38.

Von den am 10. August noch lebenden Stücken zeigte sich somit die Hälfte mit Regenerationsknospen versehen, welche zum geringeren Theil Vorderenden, zum weit grösseren Theil Hinterenden entsprachen, wie es scheint eine Bestätigung der häufig gemachten Beobachtung, dass einfacher organisirte Körpertheile leichter als complicirtere regenerirt werden.

Ehe ich auf die Ergebnisse dieses Versuchs näher eingehe, möchte ich diejenigen des zweiten in ähnlicher Weise unternommenen Versuchs angeben.

Versuch 4.

Allolobophora terrestris Sav. Am 9. Juli d. J. wurden 12 nicht geschlechtsreife Würmer von mittlerer Grösse in der Weise

behandelt, dass die vordere Hälfte abgeschnitten und verworfen, die hintere Hälfte in Theilstücke von verschiedener Länge zerlegt wurde. Mit Absicht wurden auch kleinere Theilstücke hergestellt und es befanden sich solche von 2—3 mm Länge darunter und Stücke, die nur aus 3—4 Segmenten bestanden.

Es ist selbstverständlich, dass bei einem derartigen Versuch viele Stücke an der schweren Verwundung sehr bald, gewöhnlich schon in den nächsten Tagen, zu Grunde gehen; andere halten den Eingriff aus, die Wunden vernarben, und bei einer Anzahl bilden sich Regenerationsknospen in der beim vorigen Versuch angegebenen Weise.

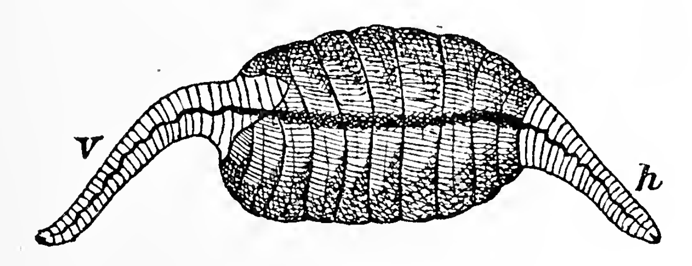


Fig. 2. *All. terrestris.* Vers. 4, operirt 9. Juli, gezeichnet 17. Aug. 1897. Vergr. $4^1/_2$. *v* vorderes, *h* hinteres Regenerat.

Am 9. August, also einen Monat nach Vornahme des Versuchs, lebten noch 56 Stücke, von denen 22 grössere oder kleinere Regenerate aufwiesen, während 34 Stück ohne solche waren. 4 Stücke besassen ein vorderes und hinteres, mehr oder weniger segmentreiches Regenerat von verschiedener Länge. Die Figur 2 stellt eines dieser Stücke dar, welches 5,5 mm lang ist, aus 6 unverletzten, sowie 3 vorderen angeschnittenen, und einem hinteren verletzten Segment besteht. Das vordere Regenerat ist länger als das hintere und misst 4 mm bei einer Zahl von ca. 30 Segmenten, während das hintere Regenerat nur 3 mm lang ist und 22 Segmente umfasst.[1]) An der Spitze jeder der beiden Regenerate ist eine Oeffnung vorhanden; Mund- und Afteröffnung sind also bereits gebildet.

---

1) Die Messungen sind am lebenden Thier gemacht und beziehen sich ebenso wie die folgenden auf einen mittleren Contractionszustand.

Ein zweites Stück mit Doppelregenerat mass 3,5 mm und bestand aus 11 Segmenten, wovon das vorderste und hinterste verletzt war. Das vordere Regenerat war nur kurz und zeigte 4 Segmente, das hintere besass eine Länge von 3 mm und setzte sich aus ungefähr 25 Segmenten zusammen.

Das dritte Stück mit vorderem und hinterem Regenerat war 4 mm lang und aus 3 vorderen verletzten und darauf folgenden 8 Segmenten, also im Ganzen aus 11 Segmenten gebildet, von denen das hinterste durch den Schnitt etwas verletzt erschien. Das vordere Regenerat mass 2 mm und bestand aus ungefähr 18 Segmenten, das hintere aus ungefähr 25 Segmenten bei einer Länge von 3 mm.

Von dem vierten Stück, welches erst etwas später als die drei anderen zur Ausbildung gelangte und an einem Ende ein längeres, am anderen Ende ein etwas kürzeres, aber immerhin aus etwa 10 Segmenten bestehendes Regenerat aufwies, kann ich leider keine sicheren Angaben machen, weil es verloren ging, ehe es genauer untersucht wurde.

Einige dieser »Doppelregenerate«, darunter das in Figur 2 abgebildete Exemplar, und mehrere Stücke des vorigen Versuchs, bei denen der Gegensatz in der Länge der Theilstücke und ihrer Regenerate besonders stark ist, z. B. Vers. 3 Nr. 7, I (Fig. 3, S. 87), wurden lebend vorgezeigt.

Ein ganz ähnliches Stück wie die hier beschriebenen Doppelregenerate gelangte unter den oben erwähnten, im December 1895 zur Demonstration dienenden Stücken zur Ausbildung und ist in Rievel's Arbeit abgebildet (a. a. O. S. 327). Die beiden Regenerate des 8 Segmente umfassenden Theilstücks waren in diesem Fall sogar noch segmentreicher, indem das vordere Regenerat ungefähr 45, das hintere mehr als 50 Segmente zählte. Von 8 Segmenten des Theilstückes waren also in diesem Fall etwa 100 Segmente neu gebildet worden. Aehnliche Beobachtungen bezüglich des Verhältnisses der Segmentzahl von Regenerat und Theilstück konnte ich ebenfalls machen.

Was die Stücke mit einseitiger Regeneration anbelangt, so muss ich es bei diesem Versuch unentschieden lassen, inwieweit es sich um die Neubildung von Vorderenden oder Hinterenden

handelt, da mir die Zeit fehlte, sie darauf hin zu untersuchen. Die Stücke waren zumeist recht klein, wodurch die genauere Untersuchung erschwert und zeitraubend wird. Andere Versuche, die mit grösseren Würmern angestellt wurden, wie Versuch 3, erweisen sich nach dieser Richtung weit günstiger, und es soll daher dieser Punkt später bei anderer Gelegenheit behandelt werden. Genauere Messungen und Zählungen der Segmente stellte ich bei diesem Versuch nur in beschränktem Masse an, doch dürften die Angaben genügen, um zu zeigen, dass auch hier Regenerate gebildet wurden, welche das Hauptstück an Länge übertrafen und es an Segmentzahl weit hinter sich zurückliessen. Es wurden recht kleine Stücke mit Regeneraten beobachtet, so z. B. ein kleines, unscheinbares Stück von 3 mm Länge und 7 Segmenten, welches ein 2 mm langes, aus 8 Segmenten bestehendes Regenerat entwickelt hatte. Ein anderes Stück mass 3,5 mm, bestand aus 10 zum Theil angeschnittenen Segmenten und hatte einen 2,5 mm langen, ziemlich starken, aus 21 Segmenten bestehenden Anhang.

Ein 4 mm messendes und 11 Segmente umfassendes Stück wies an dem einen Ende zwei neben einander liegende kurze und nur aus wenigen Segmenten bestehende Regenerationsknospen auf. Jedes der beiden Regenerate, von welchem das eine das Ende des Stückes bildete, das andere daneben entsprang und kleiner war, trug an der Spitze eine Oeffnung. Fälle von Doppelbildungen am vorderen und besonders am hinteren Körperende sind auch sonst beobachtet worden. Neuerdings hat Joest solche Doppelbildungen bei Vornahme der Transplantationen mehrfach erhalten, wie aus seiner Darstellung zu ersehen sein wird. Auch in dem hier beschriebenen Falle hat man es jedenfalls mit der Anlage einer derartigen Doppelbildung zu thun.

Die geschilderten, in Form langer dünner Anhängsel des plumpen Körpers erscheinenden Regenerate treten zuerst auf den Narben als schmale, kegelförmige Erhebungen auf, die bald zu dünnen Spitzchen auswachsen, in welche hinein sich eine Fortsetzung des Rückengefässes erstreckt. Sie wachsen dann rasch und werden zu den fadenförmigen Anhängen, wie sie in Fig. 1 (S. 77)

dargestellt sind. Jetzt erscheinen sie schon deutlich segmentirt. Auch noch in späteren Stadien sind sie ausserordentlich zart und durchsichtig, so dass die Hauptblutgefässe (Fig. 1—5) und deren Aeste sehr deutlich in ihnen zu erkennen sind. Bezüglich des Rückengefässes sei hier nur kurz erwähnt, dass es wie bei der Embryonalentwicklung paarig angelegt wird.

Dies ist die eine Form der Entstehung von Regenerationsknospen, welche ich beobachtete; eine zweite Form nimmt sich von Anfang an etwas anders aus, indem sie nicht als schmale Fortsätze, sondern als breite kegelförmige Erhebungen auf einem beträchtlichen Theil der Narbe entstehen. Diese Knospen sitzen als fleischige Kegel mit breiter Basis dem Ende des Theilstücks auf. An ihnen tritt dann die Segmentirung ein. Derartige Regenerationsknospen beobachtete ich besonders bei der Bildung von Kopfenden, oder am Hinterende von Kopfstücken.

Bei schräg zur Längsachse des Theilstückes gestellten Wundflächen wächst auch das Regenerat (nach dem von Barfurth festgestellten Gesetz) schräg heraus, um sich allmählich in die Richtung der Längsachse einzustellen.

Ausser der bisher besprochenen Bildung von Regeneraten kommt noch eine andere Umgestaltung der beiden Enden der Theilstücke in Betracht. Bei den zwei hier geschilderten Versuchen wurde nicht weiter von denjenigen Theilstücken gesprochen, welche keine Regenerationsknospen aufweisen. Die Wunden vernarben, und indem sie in normaler Weise überhäutet werden, setzen sich allmählich die Segmentgrenzen auf sie fort. In dieser Weise ergänzen sich die mehr oder weniger stark angeschnittenen Segmente mit der Zeit wieder und die Wundstellen verschwinden. Solche Stücke der Versuche 3 und 4, die zum Theil nur wenige (3—4) Segmente umfassen und eine geringe Länge 2—3 mm) besitzen, liessen sich bis jetzt am Leben erhalten und werden, ihrem Aussehen nach zu urtheilen, noch weit länger leben. Recht kleine Stücke ohne Regenerate hielt auch schon Rievel längere Zeit; von einem aus nur 4 Segmenten bestehenden Stück giebt er an, dass es sowohl den Mund wie After zur Ausbildung brachte.

Indem sich die vorderen und hinteren Segmente oder Seg-

mentreste in geeigneter Weise umgestalten, kann es zur Bildung eines Vorder- und Hinterendes kommen, welches der entsprechenden Parthie des normalen Wurms recht ähnlich ist. Mund- und Afteröffnung, zumal die letztere, werden auch an Stücken von verhältnissmässig wenig Segmenten oft schon sehr bald gebildet. Die Vermuthung liegt nahe, dass solche Stücke, die sich offenbar zu ernähren vermögen, später durch nachträgliche Neubildung von Segmenten oder ganzen Segmentreihen, sei es von einem oder auch von beiden Körperenden aus, doch noch die verlorenen Körpertheile ersetzen können. Diese Vermuthung erhält dadurch eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass man an ausgewachsenen oder mittelgrossen Würmern, die vielleicht früher am Hinterende verletzt worden waren, deren Wunde aber längst verheilt ist, die Bildung eines langen, aus einer grössern Anzahl von Segmenten bestehenden Regenerats beobachtet.

Gewiss könnte man die Versuche in einer mehr systematischen Weise anstellen, als ich dies gethan habe; man könnte die Zahl der Theilstücke, in welche man einen Wurm zerlegt, grösser wählen und die abgeschnittenen Stücke in ihrer Segmentzahl genauer bestimmen, um (bis aufs Segment genau) zu wissen, welcher Parthie des Körpers das betreffende regenerirende Stück entspricht. Man würde dann im besten Falle aus der Segmentzahl des vorderen und hinteren Regenerats mit Sicherheit entnehmen können, ob die verloren gegangenen Parthien in gleicher Segmentzahl ersetzt werden und ob auf diese Weise durch den Regenerationsvorgang der Wurm in seiner früheren Beschaffenheit unter Benutzung des Theilstücks wieder hergestellt wird. Aber ich meine, die beiden Versuche dienen auch ohnedies schon genügend zur Stütze meiner früheren Angaben. Da sie die einzigen sind, die ich bisher anstellte, und da diese sogleich zu den geschilderten Ergebnissen führten, so geht daraus hervor, dass diese Art der Regeneration recht oft eintreten muss. Die Versuche zeigen, dass thatsächlich das Regenerationsvermögen der Lumbriciden ein weit grösseres ist, als man bisher annahm, und dass Theilstücke aus verschiedenen Körpergegenden, auch wenn sie aus nur

verhältnissmässig wenigen Segmenten bestehen, im Stande sind, Regenerate von einer grossen Segmentzahl zu bilden. Diese Thatsache ist insofern von Interesse, als sie zeigt, dass die Lumbriciden, obwohl ihnen die Fähigkeit der Fortpflanzung durch Theilung fehlt, welche ihren Verwandten, den Limicolen (*Naïs*, *Lumbriculus*) in so ausgedehntem Masse zukommt, doch die grosse Regenerationsfähigkeit bis zu einem gewissen und zwar, wie man hier sieht, einem recht hohem Grade bewahrt haben.

Nicht sicher festgestellt durch die Versuche, aber vielleicht aus ihnen zu schliessen ist, dass die verloren gegangenen Körpertheile wirklich in ihrem ganzen Umfang wieder ersetzt werden, wenn auch der volle Ersatz vielleicht erst im Laufe der Zeit bei genügender Ernährung eintritt. Diese den regenerirenden Stücken in geeigneter Weise zu bieten und sie doch nicht zu verlieren, darin liegt eine gewisse Schwierigkeit, doch zweifle ich nicht, dass man sie bei genügender Geduld und mit Aufwand von viel Zeit überwinden wird. Es liegt dann meines Erachtens nichts dagegen vor, dass eines der aus nur wenigen Segmenten bestehenden Theilstücke thatsächlich zu einem vollständigen Wurm auswächst, da bei der Bildung eines langen vorderen und hinteren Regenerats unter Umständen an der Normalzahl der Segmente nicht mehr viel fehlt. So besteht das noch zu erwähnende, in Fig. 4 (S. 89) abgebildete Theilstück eines *L. rubellus* aus 23 alten, 25 vorderen und 62 hinteren neugebildeten, im Ganzen also aus 110 Segmenten, so dass die für *L. rubellus* geltende Normalzahl von 120 Segmenten in diesem Fall ziemlich erreicht ist.

Wenn man früher beobachtete, dass nach der Entfernung des vorderen, die Genitalregion mit umfassenden Körpertheils nur einige, gewöhnlich 4 Segmente neu gebildet wurden, so nahm man naturgemäss an, diese entsprächen den vordersten Segmenten und die Genitalsegmente seien also nicht zur Ausbildung gelangt (Hescheler). Bei den von mir in grösserer Anzahl beobachteten Theilstücken mit vorderen Regeneraten von 12 bis 15 und mehr Segmenten wird man ebensowohl annehmen müssen, dass dieselben den vorderen und den sich daran anschliessenden

Genitalsegmenten entsprechen; ob sie wirklich die Genitalorgane zur Ausbildung bringen, ist eine andere Frage. Sollte es der Fall sein, so würde die künstliche Theilung thatsächlich den Effect der ungeschlechtlichen Fortpflanzung haben.

Ganz enorm ist der Umfang, welchen die Regenerate gegenüber dem Theilstück selbst anzunehmen vermögen, ohne dass irgendwelche Ernährung desselben stattfindet. Man trifft häufig solche, die ihm an Länge gleich kommen (Figur 4, S. 89 und 5, S. 96) und andere, die zwei bis dreimal so lang sind (Fig. 3, S. 87). Zumal in älteren als den hier abgebildeten und beschriebenen Stadien, wenn die Regenerate noch weit stärker geworden sind, macht sich ihr bedeutender Umfang im Vergleich zum Theilstück in noch höherem Masse geltend. Man fragt sich, woher das Material zum Aufbau dieser umfänglichen, segmentreichen und bis ins Einzelne ausgebildeten Regenerate kommt, da doch das Theilstück selbst, dem vielfach die Mundöffnung fehlt, keinerlei Nahrung aufzunehmen vermag. Das Theilstück, welches unter Umständen einem völlig ausgewachsenen Wurm entstammt, zeigt die Differenzirung und Ausbildung der Organe bezw. Gewebe, wie sie der betr. Körperparthie des Wurmes zukommt. Da Reservestoffe in so grosser Menge, wie sie zur Bildung der umfangreichen Regenerate nöthig wären, nicht vorhanden sind, so ist es nicht anders möglich, als dass die in bestimmter Form bereits geweblich differenzirten Materialien in irgend einer Weise mobil gemacht und zum Aufbau der Regenerate verwendet werden. In welchem grossen Umfange dies geschehen muss, zeigt die bedeutende Länge und Stärke der Regenerate, sowie die Ausbildung ihrer Organe. Man muss fernerhin in Betracht ziehen, dass die Theilstücke eine, wenn auch in der Mehrzahl der Fälle nur geringe Lebensenergie besitzen, sich bewegen u. s. f. und dass damit ebenfalls ein gewisser Stoffverbrauch verbunden ist, welcher ebenso wie jene Neubildungen von dem vorhandenen Material bewältigt werden muss.

Eine Beantwortung der Frage nach der Herkunft des Baumaterials für die Regenerate muss durch die genaue histologische Untersuchung versucht werden und ebenso gilt dies für die erste Entstehung der Regenerationsknospen. In Bezug auf die letztere

Frage wird es sich darum handeln, zu entscheiden, ob und inwieweit die Gewebe und Organe des Theilstücks bei der im Regenerat stattfindenden Differenzirung betheiligt sind, in welchem Masse ihren Zellen, etwa so wie es Weismann meint[1], die Fähigkeit zur Einleitung des speciellen Regenerationsprocesses im Bereich des betreffenden Organs innewohnt oder ob vielleicht nicht differenzirte Zellen, Ersatzzellen im Sinne Weismann's, eine besondere Rolle spielen.

Wenn ich in meiner mehrfach erwähnten Mittheilung davon sprach, dass die Theilstücke den Kopf- und Schwanzabschnitt neu zu bilden und späterhin zu einem vollständigen Wurm auszuwachsen vermöchten, so war dies meine aus dem Experiment gewonnene Ueberzeugung, denn wie sollte man das häufige Auftreten der langen, segmentreichen Regenerate anders auffassen? aber vielleicht war der gewählte Ausdruck nicht ganz glücklich. Ich war weit davon entfernt, die vollständige Ausbildung des Wurms bis ins Einzelne behaupten zu wollen, obwohl ich möglicher Weise auch damit das Richtige getroffen hätte. Es drängt sich hierbei wieder die wichtige Frage auf, wie es mit der Neubildung der einzelnen Körperparthien, z. B. der Genitalregion, steht, ob die Geschlechtsorgane neu gebildet werden können oder nicht? Darüber kann nur die Aufzucht solcher regenerirter Stücke entscheiden, welchen die Genitalorgane fehlen. Durch diese Frage komme ich auf die Versuche 1 und 2, welche zum Theil mit auf den betr. Punkt gerichtet waren, sowie auf Nr. 8 des Versuchs 3, doch möchte ich die hierauf bezüglichen Mittheilungen, sowie diejenigen, welche die Nr. 1 und 2 des Versuchs 3 betreffen, auf den hier anzuhängenden Nachtrag verschieben, für welchen mir die Erfahrungen bis gegen Ende des Monats August zu Gebote stehen.

Seit dem 10. August, bis zu welchem Tage die vorstehend mitgetheilten Beobachtungen gewonnen wurden, bis gegen Ende des Monats vollzogen sich an den Theilstücken der Versuche 3 und 4 gewisse Veränderungen, welche hier noch nachgetragen

1) Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. Jena 1892. S. 142 ff.

werden sollen. Ausserdem stellte ich seitdem einige Versuche bezüglich des Regenerationsvermögens von Theilstücken bestimmter Körpergegenden an und dehnte die Beobachtungen noch auf einige andere Arten aus.

Versuch 3 (vgl. S. 77).

Am 30. August, $1^{1}/_{2}$ Monate nach Vornahme des Versuchs, sind 22 Stücke mit Regeneraten vorhanden, welche sich auf die einzelnen Nummern vertheilen, wie aus der Tabelle auf S. 88 zu ersehen ist, aus der sich ausserdem die Masse und Segmentzahlen der Theilstücke und ihrer Regenerate ergeben. Zu den 19 regenerirten Stücken vom 10. August sind weitere 3 hinzu-

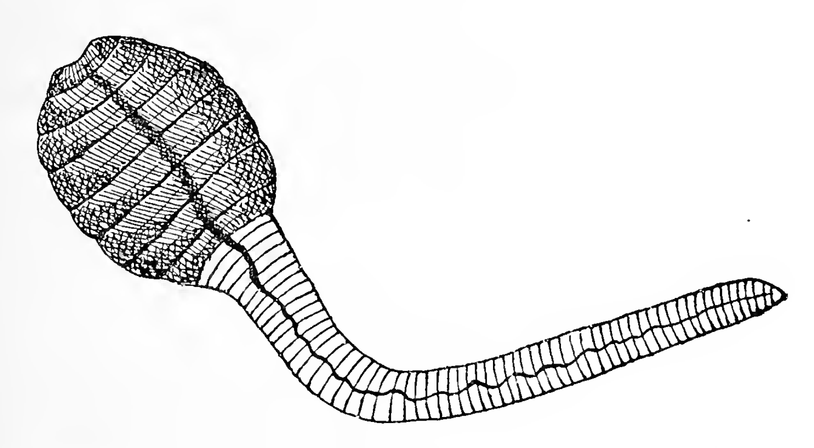


Fig. 3. *L. rubellus.* **Vers. 3, Theilst. Nr. 7, I, operirt 6. Juli, gezeichnet 29. Aug. 1897. Vergr. $5^{1}/_{2}$. Masse u. Segmentzahlen in der Tabelle.**

gekommen; somit stellt sich sich der Procentsatz noch günstiger als damals. Nicht regenerirte Stücke sind noch 15 am Leben, im Ganzen also 37 Stücke, d. h. nur 1 Stück weniger als am 10. August. Die Stücke werden weiter gehalten und sind so frisch, dass sie voraussichtlich noch recht lange leben werden.

Aus der Tabelle geht hervor, dass die Regenerate unter Umständen eine sehr bedeutende Länge erreichen. Das in Fig. 3 abgebildete Stück Nr. 7, I z. B. zeigt in dem leicht contrahirten Zustande, in welchem es sich gewöhnlich befindet, nur etwa den dritten Theil der Länge des Regenerats, zumal wenn dieses gleichzeitig etwas ausgestreckt ist. Während die Regenerate anfangs ganz durchsichtig sind, so dass sich die Blutgefässe mit voller Deutlichkeit verfolgen lassen (Fig. 2—5), werden sie später

Masse und Segmentzahlen der Theilstücke und Regenerate in der Zeit vom 13. bis zum 30. August, Versuch 3 vom 6. Juli 1897.

Theil-nummer	Stück-nummer	Tag	Theilstück			Regenerat	
			Länge in mm	Segmentzahl		Länge in mm	Segment-zahl
				unver-letzt	ver-letzt		
Nr. 3	I	28. Aug.	8	7	5	2 3,5	9 20
Nr. 4	I	29. Aug.	6	9	—	5	ca. 50
	II	29. »	5	5	6	11	ca. 70
Nr. 5	I	29. Aug.	10	12	4	2	ca. 9
	II	18. »	15	22	—	1	6
	III	19. »	13	20	2	8	40
	IV	19. »	8	8	8	5	42
	V	19. »	10	14	2	3,5	21
Nr. 6	I	19. Aug.	6	7	—	1	4
	II	20. »	10	21	2	2 9	25 62
	III	20. »	7	10	2	8	52
	IV	21. »	8	8	7	10	65
	V	29. »	11,5	14	3	1	5
Nr. 7	I	29. Aug.	3	8	—	8	60
	II	13. »	9	18	—	4	20
	III	14. »	5	9	1	7	38
	III	30. »	5	9	1	9	ca. 40
	IV	14. »	6	14	3	8	53
	IV	30. »	6	14	3	9	53
	V	15. »	12	20	6	7	ca. 46
	VI	16. »	12	17	2	4	17
	VII	16. »	9	14	2	4,5	20
	VIII	16. »	14	15	13	3	20--25
	IX	29. »	7,5	15	3	0,6	5

undurchsichtig. Sie nehmen an Umfang bedeutend zu und gegen Ende des Monats sind schon einige vorhanden, welche fast so dick sind wie das Theilstück selbst, so dass der Unterschied von diesem kein so grosser mehr ist. Hauptsächlich unterscheiden sie sich von ihm in der Färbung, da sie infolge der noch fehlenden Pigmentirung heller erscheinen.

Die Frage, inwieweit es sich bei den Regeneraten um Kopf- oder Endstücke handelt, lässt sich bei einigen Stücken leicht, bei anderen schwieriger entscheiden; an 6 Stücken des Versuchs 3 lässt sich ohne weiteres erkennen, dass man es mit der Neubildung des Kopfendes zu thun hat. Die genauere Erörte-

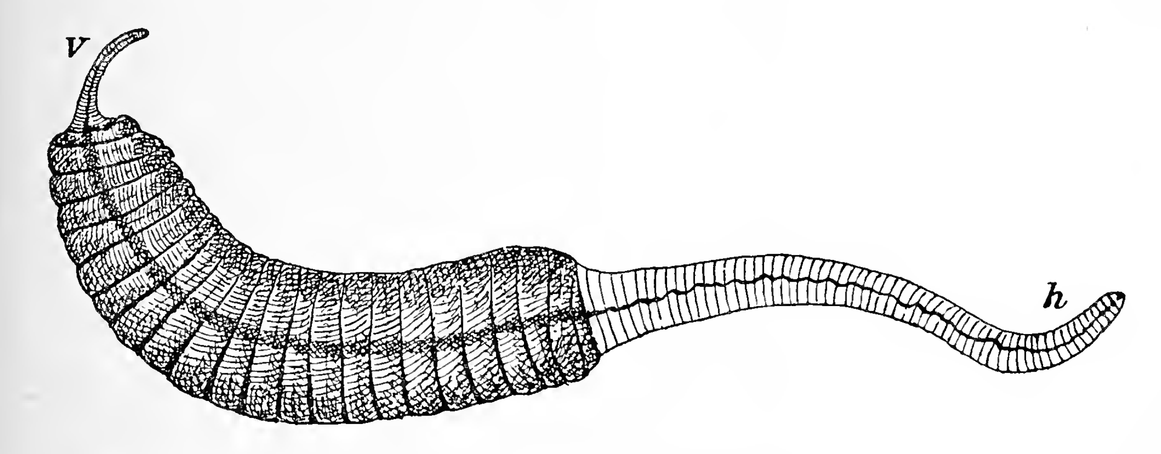


Fig. 4. *L. rubellus.* Vers. 3, Theilstück Nr. 6, II, operirt 6. Juli, gezeichnet 20. August 1897. Vergr. $5^1/_2$. Masse und Segmentzahlen in der Tabelle. *v* vorderes, *h* hinteres Regenerat.

rung dieses Punktes möchte ich auf eine spätere Gelegenheit verschieben.

Von besonderem Interesse war mir das in Fig. 4 abgebildete Stück Nr. 6, II. Bei der am 10. August vorgenommenen genaueren Durchmusteruug sämtlicher Stücke des Versuchs 3 wies es nur ein langes Schwanzregenerat auf, am 20. August dagegen war am Vorderende noch ein bereits 2 mm langes und 25 Segmente zählendes Kopfregenerat hinzugekommen, ein Zeichen dafür, dass die Regeneration unter Umständen erst ziemlich spät und ausserdem an jedem der beiden Enden des Theilstücks zu verschiedener Zeit auftreten kann. Bei den in Fig. 1 und 2 abgebildeten Stücken und noch in einer ganzen Anzahl anderer

Fälle war das Regenerat an beiden Enden ungefähr gleichzeitig zu bemerken.

Zeitliche und zwar sehr beträchtliche Differenzen im Auftreten der Regenerate an den einzelnen gleichzeitig hergestellten Theilstücken sind immer vorhanden, so dass eine Anzahl Regenerate schon sehr bald, andere weit später entstehen. Ich erwähnte bereits, dass sich bei Vers. 3 seit dem 10. August 3 weitere Regenerate gebildet haben und ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass noch immer neue hinzukommen, da auch die bisher nicht regenerirten Stücke wie gesagt einen recht lebensfrischen Eindruck machen.

Es wurde bisher noch nicht von den Theilstücken Nr. 8 dieses Versuchs, d. h. von denjenigen Stücken gesprochen, welche nach dem Abschneiden der 7 Stücke von vorn her (Nr. 1—7) übrig blieben. Diese Endstücke sind nur am vorderen Ende verletzt; ihre Länge ist eine verschiedene, da wie oben erwähnt nicht genau auf die Segmentzahl der abgeschnittenen 7 Stücke geachtet wurde. Es finden sich also unter diesen Stücken solche, die gegen 50, und andere, die mehr oder auch weniger Segmente besitzen. Von den 21 am 6. Juli bei der Operation erhaltenen Stücken sind Ende August noch 19 vorhanden. Diese zeigen eine recht verschiedenartige Beschaffenheit ihres Vorderendes. Zum Theil ist dieses vollständig überhäutet, aber trotzdem quer abgestutzt und wie mit einer Naht verschlossen. Bei anderen ist das Vorderende durch eine unregelmässig gestaltete, höckrige Narbe abgeschlossen. In beiden Fällen lässt sich über das Vorhandensein oder das Fehlen einer Mundöffnung durch die makroskopische Untersuchung nichts sicheres feststellen. Dagegen war bei 5 Stücken eine Mundöffnung mit aller Deutlichkeit wahrzunehmen. Gleichzeitig zeigte das Vorderende jene schon weiter oben von den kleineren Theilstücken beschriebene charakterische Umgestaltung mehr oder weniger deutlich, d. h. es ist durch Verwendung und Ergänzung der angeschnittenen Segmente dem normalen Vorderende sehr ähnlich geworden, ohne freilich noch dessen für die Species bezeichnende Form wieder erhalten zu haben. In einem dieser Fälle kann man die Bildung eines

neuen Segments durch die ganz abweichend helle Färbung desselben mit ziemlicher Sicherheit feststellen.

Ein einziges dieser Endstücke brachte am Vorderende ein langes dünnes Regenerat von derselben Gestalt zur Ausbildung wie es sonst bei den Theilstücken beobachtet wurde. Dasselbe trat erst gegen Ende August, also gegenüber dem Erscheinen der Regenerate bei den meisten anderen Stücken (Nr. 3—7) dieses Versuchs recht spät auf, obwohl allerdings bei einigen derselben sich um dieselbe Zeit ebenfalls noch Regenerate einstellten. Es ist sehr zart und dünn, zumal verglichen mit der Grösse des ganzen Endstückes selbst, welches aus 32 Segmenten besteht; es zeigt eine grosse Aehnlichkeit mit dem in Fig. 4 dargestellten vorderen Regenerat. Von der Basis aus lassen sich ungefähr 12 Segmente zählen, während gegen die Spitze hin die weiteren Segmente nicht genau festzustellen sind, zumal das Stück geschont werden soll, um es womöglich zur weiteren Ausbildung zu bringen. Die Blutgefässe sind in der gewöhnlichen Weise vorhanden; an der Spitze trägt das Regenerat eine Oeffnung.

Es handelt sich hier um einen Fall, in welchem nach der Entfernung einer grossen Zahl von Segmenten eine ganze Reihe neuer Segmente vorn gebildet wird. An einen allmählichen Ersatz der sämmtlichen verloren gegangenen Theile zu denken, liegt jedenfalls auch hier nahe. Einen ähnlichen Fall beobachtete Rievel, nämlich ein Hinterende von *Allolobophora terrestris*, welches etwa das letzte Viertel des ganzen Thieres ausmachte, d. h. also ungefähr 65 Segmente gezählt haben muss. An diesem Stück bildete sich vorn ein Regenerat von 17 Segmenten.

Wie bereits eingangs erwähnt wurde, berichtete Morgan über eine *All. foetida*, welche wahrscheinlich 35—40 Segmente verloren hatte und 15 oder mehr vordere Segmente regenerirte. Joest stellte eine Neubildung des Kopfabschnittes unter eigenthümlichen Umständen fest. Bei vereinigten und jedenfalls unvollkommen verwachsenen Theilstücken bildeten sich Kopfregenerate, so z. B. bei zwei vereinigten sog. »Schwanzenden«. Die meisten dieser Fälle kommen hier nicht in Betracht, weil es sich bei ihnen um Würmer handelt, denen weniger als 10 vordere

Segmente abgeschnitten wurden; in einem Fall jedoch war es die hintere Hälfte eines Wurms (*L. rubellus*), welche ein Kopfregenerat von 7—8 Segmenten lieferte. Ein ungefähr ebensolanges vorderes Regenerat bildete sich an einem durch Selbstverstümmlung abgestossenen kurzen Stück aus der Körpermitte eines Wurmes, welches am Vorderende eines anderen Wurmes festsass; ein auf dieselbe Weise entstandenes kurzes Stück aus dem hinteren Körpertheil lieferte, sogar ein aus 45 Segmenten bestehendes Regenerat. Genaueres hierüber findet sich in Joest's demnächst erscheinenden ausführlichen Arbeit.

Es ist eine auffallende Thatsache, dass längere Stücke eines Wurmes, denen eine grössere oder geringere Anzahl vorderer Segmente fehlt, offenbar weniger leicht als kürzere Theilstücke aus irgend einer Gegend des Körpers (mit Ausnahme des letzten Endes) im Stande sind, ein segmentreiches vorderes Regenerat zu bilden. Nach Hescheler's Beobachtung sollte, wie bereits erwähnt, den Würmern, welche mehr als 15 vordere Segmente verloren haben, überhaupt die Fähigkeit abgehen, das Vorderende wieder zu ersetzen. Wir haben gehört, dass sich Morgan, seltene Ausnahmen abgerechnet, dieser Auffassung anschloss. Dieselbe scheint durch meine an den Theilstücken Nr. 8 des Versuchs 3 gewonnenen Erfahrungen, sowie durch die Ergebnisse einiger anderer Versuche, die ich jetzt noch mittheilen möchte, im Ganzen bestätigt zu werden.

Versuch 2.

Lumbricus rubellus Hoffm. Am 5. Juli d. J. wurden 15 erwachsenen Würmern Vorderstücke von verschiedener Länge, aber nicht weniger als 30 Segmente abgeschnitten, so dass Hinterstücke von verschiedener Länge erzielt wurden. Ende August leben sämmtliche 15 Stücke und verhalten sich so wie für Nr. 8 des Versuchs 3 geschildert wurde, d. h. bei der Mehrzahl erscheint das Vorderende unregelmässig abgestutzt oder nahtähnlich verschlossen, während bei einigen sich das Vorderende dem eines normalen Wurms ähnlich umgebildet hat und eine Mundöffnung aufweist. Nur ein Wurm besitzt am Vorderende ein demselben mit breiter Basis aufsitzendes kegelförmiges

Regenerat von 1,5 mm Länge, an welchem anscheinend 8 Segmente zu unterscheiden sind, von denen die an der Basis des Kegels gelegenen deutlicher ausgeprägt erscheinen. Das Stück selbst misst 29 mm und umfasst 48 Segmente.

Versuch 1.

Lumbricus rubellus Hoffm. Am 26. Juni d. J. wurden in entsprechender Weise wie bei Versuch 2 von 12 ausgewachsenen Würmern die Vorderstücke entfernt. Ende August sind noch 11 Stücke vorhanden, von denen keins ein Regenerat, dagegen 4 Würmer die oben beschriebene Umgestaltung des Vorderendes mit Mundbildung zeigen. Die übrigen Würmer verhalten sich am Vorderende so, wie bei den beiden vorigen Versuchen angegeben wurde. Die 4 mit Mundöffnung versehenen Würmer graben Gänge in der Erde und die zahlreich vorhandenen Kothballen beweisen, dass sie Nahrung aufnehmen und abgeben. Hier thut sich die Frage auf, ob die äussere Umgestaltung des Vorderendes auch mit einer Regeneration der wichtigen inneren Organe des Kopfabschnittes, vor Allem des Gehirns verbunden ist oder ob nicht doch schliesslich eine Neubildung von Segmenten stattfindet? Ueber die erstere Frage muss die histologische Untersuchung entscheiden, die bisher nicht vorgenommen wurde.

Anschliessend an diese Versuche möchte ich einige schon früher unternommene erwähnen, welche das hier Mitgetheilte zu ergänzen geeignet sind.

Bei seinen Transplantationsversuchen bemühte sich Herr Joest durch entsprechende Wahl der beiden Theilstücke die Genitalregion auszuschalten, was ihm auch gelang. Ich veranlasste ihn damals, die Frage nach der Neubildung der Genitalorgane auch durch blosse Regenerationsversuche, d. h. durch Entfernen der vorderen Körperparthie, zu prüfen. Ein solcher Versuch wurde von ihm unternommen und die Würmer wurden bis in den Juni d. J. im Institut gehalten.

Versuch vom 21. Sept. 1896, *All. terrestris Sav.* 40 zum Theil (20) mittelgrossen und zum Theil (20) geschlechtsreifen

Würmern wurden die vorderen 15—17 Segmenten abgeschnitten. Ende Mai d. J. lebten noch 9 dieser Würmer; mehrere waren conserviert worden, andere gestorben oder abhanden gekommen. Leider ist ein Theil der auf den Versuch bezüglichen Notizen verloren gegangen, aus denen sich ergab, dass eine Anzahl der Würmer Regenerate gebildet hatte. Darauf nehme ich also keinen Bezug, sondern halte mich nur an diejenigen Würmer, die ich noch lebend (die letzten wurden am 21. Juni abgetötet) oder im conservierten Zustand untersuchen konnte. Das waren 8 Würmer, ein 9., welcher eine Doppelbildung des Kopfes zeigte, wurde von Joest genauer untersucht und wird in seiner Arbeit über Transplantationen beschrieben.

Von den 8 mir zur Verfügung stehenden Würmern dieses Versuchs zeigen 2 den so häufigen unregelmässigen, ein 3. den nahtförmigen Abschluss des Vorderendes, ein 4. weist einen allem Anschein nach aus alten Segmenten hervorgegangenen und daher nicht sehr regelmässig gestalteten Kopfabschnitt mit Mundöffnung auf. Bei dem 5. Wurm ist der Kopf weit regelmässiger und dem normalen ähnlicher gestaltet und bei dem 6. ist dies bereits im hohen Masse der Fall, da an diesem im übrigen noch durchaus die Neubildung verrathenden Kopf die Gattungsmerkmale bereits vorhanden sind. Der 7. Wurm besitzt ein etwas unregelmässig gestaltetes, aus 6 Segmenten gebildetes kegelförmiges Regenerat mit Mundöffnung und Kopflappen und der 8. endlich ein ebensolches aus 7 Segmenten bestehendes Regenerat.

Diese Befunde, auf welche ich hier nicht genauer eingehen möchte, stimmen mit denjenigen der vorigen Versuche überein. Sie zeigen, dass beim Verlust einer grösseren Zahl vorderer Segmente eine Neubildung des Vorderendes zwar im ganzen selten, aber doch häufiger eintritt, als man bisher anzunehmen geneigt war und dass jedenfalls die Fähigkeit zu einer solchen vorhanden ist. Immerhin scheint eine grosse Schwierigkeit in der Neubildung der in grösserer Anzahl verloren gegangenen vorderen Segmente obzuwalten und es lässt sich verstehen, dass aus derartigen Versuchen der Schluss gezogen wurde, diese Körperparthien könnten überhaupt nicht neu gebildet werden.

Für die Möglichkeit eines Ersatzes der Genitalorgane sind die zuletzt mitgetheilten Versuche nicht sehr vielversprechend, doch wird man sich auch in dieser Beziehung nicht von vornherein ablehnend verhalten dürfen, da die betreffende Körperparthie, welche sie enthalten regeneriert werden kann, wie die früheren Versuche zeigten. Man wird also das Ergebniss der freilich recht langwierigen Aufzuchtsversuche regenerierter Theilstücke abwarten müssen.

Versuch 4 (vgl. S. 78).

Am 30. August leben von dem am 9. Juli unternommenen Versuch noch 42 Stücke, da einige conserviert wurden, andere zu Grunde oder zum Theil auch verloren gingen, welche letzteren Verluste bei der Kleinheit der Stücke dieses Versuchs nur schwer zu vermeiden waren. So viel sich aus diesem Versuche ergiebt, scheinen die kleinen Stücke überhaupt zarter und weniger lebenskräftig zu sein.

Zu den am 10. August bereits aufgeführten vier Doppelregeneraten sind zwei weitere hinzugekommen, die allerdings nicht so gut ausgebildet sind wie jene, da sie infolge der starken Verwundung des Theilstücks weniger regelmässig gestaltet erscheinen.

Das fünfte Doppelregenerat ist ein Stück von 5 mm Länge und 11 Segmenten. Es zeigt infolge der bis in das 4. Segment reichenden Narbe das vordere Regenerat schräg aufgesetzt und von den vorderen Segmenten überragt. Das Kopfregenerat besteht aus ungefähr 8, das Schwanzregenerat nur aus 3 Segmenten.

Das sechste Doppelregenerat betrifft ein recht kleines Stück von 2,5 mm Länge und 9 Segmenten. Es ist eines der Stücke, die durch ihre grosse Widerstandsfahigkeit interessieren. Wie dies oft geschieht, hatte sich bei der Verwundung an einem Ende ein umfangreicher Bruchsack vorgestülpt. Wie die orangegelbe Färbung zeigt, handelt es sich um hervorgedrungene Theile des Darms und Chloragogenzellen. Als ein mächtiger Wulst wird der ganz einseitig gelagerte Sack mitgeschleppt und trotzdem lebt das Stück noch jetzt. Der Bruchsack nimmt allmählich an Grösse ab und scheint nach innen einbezogen zu

werden. Um ihn herum legt sich ein vom Ende des Theilstücks mit breiter Basis ausgehendes Regenerat, dessen Ende frei vorragt. Es zählt mindestens 30 Segmente. Das regelmässig gestaltete Regenerat am anderen Ende ist viel kürzer und besteht nur aus 4 Segmenten.

Von den vier früher besprochenen Doppelregenraten möchte ich das eine (Fig. 2 S. 79) nochmals erwähnen, weil es sich in recht instructiver Weise entwickelt hat (Fig. 5). Die beiden Regenerate sind stärker geworden und setzen sich jetzt viel weniger vom Hauptstück ab als früher, freilich tritt dies in der Figur lange nicht so hervor als beim lebenden Object. Das vorher aus 10

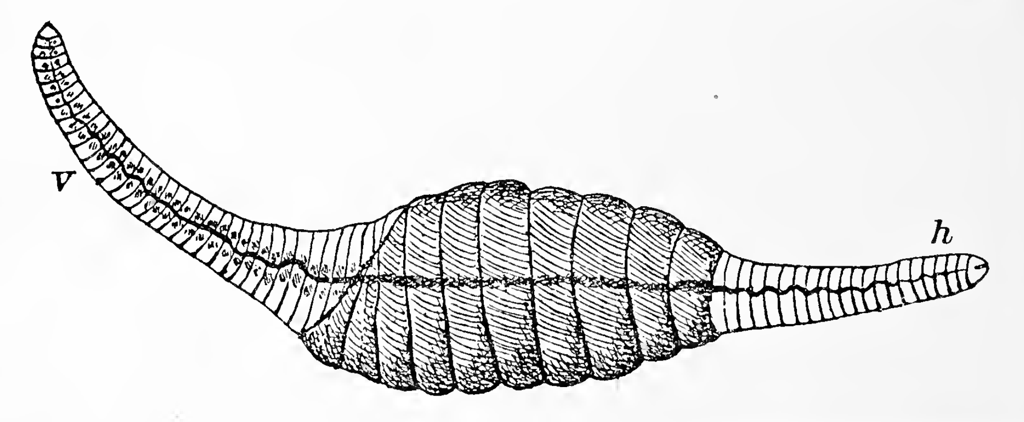


Fig. 5. *All. terrestris* Vers. 4, operiert 9. Juli, gezeichnet 28. Aug. 1897. Vergr. $5\frac{1}{2}$. *v* vorderes, *h* hinteres Regenerat.

zum Theil stark verletzten Segmenten bestehende Theilstück hat sich auf 66 Segmente ergänzt und es ist gar nicht abzusehen, weshalb ein solches Stück bei genügender Ernährung nicht zu der vollen Segmentzahl des normalen Wurms heranwachsen solle.

Versuch 7.

Allolobophora terrestris Sav. Am 11. Aug. wurden 8 kleinere und mittelgrosse Würmer von vorn her in je 7 Stücke zerschnitten (Nr. 1—7), vom übrig bleibenden Stück noch eine Anzahl Theilstücke abgeschnitten (Nr. 8) und die Schwanzstücke ebenfalls für sich aufgehoben (Nr. 9).

Am 20. August begannen sich bereits Regenerationsknospen zu zeigen. Ende des Monats waren vorhanden: 2 Regenerate in Nr. 2, je 1 Regenerat in Nr. 4 und 5, 4 Regenerate in Nr. 6 und 3 in Nr. 8, also im Ganzen 11, wovon 4 Doppelregenerate

und 3 derselben mit vorderen Regeneraten von 15 und mehr Segmenten. Lebend vorhanden sind in den Nummern 2—8 34 Stücke, also 11 Reg. und 23 nicht regenerirte, doch ist nach den früheren Versuchen anzunehmen, dass noch weitere Regenerationen auftreten werden.

Die Regenerate zeigen dieselben Verhältnisse, wie sie von den beiden vorhergehenden Versuchen geschildert wurden; zum Theil erscheinen sie als lange dünne, segmentreiche Anhängsel, was auch von den Doppelregeneraten gilt, von denen eins (Nr. 4, 1) in Fig. 1 (S. 77) abgebildet ist. Die Zeichnung wurde bereits am 23. August angefertigt. Ein sehr ähnlich gestaltetes Doppelregenerat, dessen Hauptstück 9 mm mass und aus 20 Segmenten bestand, während die Regenerate etwas über 1 mm lang waren und je ungefähr 30 Segmente zählten, fand sich bei Nr. 6, sowie ein ähnliches mit längerem hinteren und kürzerem vorderen Regenerat in Nr. 2. Seitdem haben die Anhängsel an Länge und Dicke bedeutend zugenommen.

Versuch 8.

Lumbricus rubellus Hoffm. Am 11. Aug. wurden 12 mittelgrosse Würmer in gleicher Weise behandelt wie bei Vers. 7.

Am 20. August, also bereits nach 9 Tagen, wurden die ersten Regenerationsknospen bemerkt. Ende des Monats sind vorhanden: in Nr. 2 1, in Nr. 4 und 5 je 4, in Nr. 6 1, in Nr. 7 2, in Nr. 8 1, also im Ganzen 13 Regenerate beim Vorhandensein von 47 lebenden Stücken in den Nr. 2—8, also bisher 13 regenerirte, 34 nicht regenerirte Stücke. Das Verhalten der ersteren ist das gleiche wie früher geschildert.

Versuch 9.

Allolobophora cyanea Sav. Am 11. August wurden 8 meist geschlechtsreife Würmer in folgender Weise zerschnitten: Nr. 1 Kopfstück, Nr. 2 Genitalregion, Nr. 3 Region des Clitellums, Nr. 4 hinterer Körpertheil vom Clitellum bis kurz vor dem Körperende in kleinere Stücke zerlegt, Nr. 5 Schwanzstück (von 6—15 Segmenten).

Wenn man aus dem einen Versuch schliessen darf, so scheint die Widerstandskraft dieser Species eine geringere zu

sein, welchen Eindruck man auch thatsächlich bald nach der Vornahme der Operation gewinnt; freilich können auch zufällige Umstände hinzukommen, welche ein Missglücken des Versuchs mit sich bringen. Jedenfalls zeigt dieser Versuch keine günstigen Ergebnisse. Bei Nr. 4 (Nr. 1 bis 3 und 5 lasse ich ausser Betracht) zeigten sich am 22. August Regenerationsknospen; Ende des Monats lebten von Nr. 4 nur noch 14 Stück, wovon 5 Regenerate in der bekannten Weise gebildet hatten. Diese Species verhält sich demnach so wie *L. rubellus* und *All. terrestris*.

Versuch 10.

Allolobophora foetida Sav. Am 11. August wurden 15 meist ausgewachsenen Würmern von vorn her je 3 Stücke von 10—15 Segmenten (Nr. 1, 2, 3) und vom übrig bleibenden Theil ebensolche Stücke abgeschnitten (Nr. 4), Schwanzstücke von 10—15 Segmenten (Nr. 5).

Am 22. August sind knospenförmige Regenerationen zu bemerken, welche am 25. August deutlicher hervortreten. Das Wachsthum derselben geht bei diesem Versuch langsamer als bei den übrigen vor sich. Man bemerkte eine ganze Anzahl vorderer und hinterer Regenerationsknospen (Doppelregenerate) und doch zeigen sich Ende des Monats nur wenige davon beträchtlich länger geworden. Durch ihre helle Färbung setzen sich bei dieser Art die Regenerationsknospen besonders deutlich von dem lebhaft braunroth gefärbten Theilstück ab. Ende des Monats sind in Nr. 3 von 6 Stücken 5 mit Regeneraten versehen, darunter 2 Doppelregenerate, in Nr. 4 von 35 Stücken 16 mit Regeneraten, darunter 5 Doppelregenerate.

Unter 41 Theilstücken der genannten Nummern (3 und 4) sind also 21 Stücke mit Regeneraten vorhanden und aus dem ganz kürzlichen Entstehen einer Anzahl derselben darf man darauf schliessen, dass auch die bisher der Regenerate entbehrenden Stücke zum Theil solche noch bilden werden. *All. foetida*, die von Morgan zu seinen Versuchen benutzte Art, erweist sich also auch nach diesem Versuch als besonders widerstands- und regenerationsfähig. Die Ergebnisse bestätigen die an den früheren Versuchen gewonnenen.

Versuch 12 und 13.

L. rubellus und *A. terrestris.* Am 20. August wurden von 3 mittelgrossen Würmern der ersteren und 5 der letzteren Art die vordere und hintere Hälfte (mit Ausschluss des Kopf- und Schwanzstücks) in Theilstücke zerlegt. Es wurde besonders auf die Herstellung recht kurzer, aus wenigen Segmenten bestehender Theilstücke geachtet. Bei beiden Versuchen traten bereits am 30. August an einer Anzahl von Stücken sowohl der vorderen wie hinteren Hälften Regenerationsknospen auf, die zunächst natürlich noch sehr klein sind.[1])

Bei Besprechung der Versuche wurden bisher die in bestimmter Weise ausgezeichneten Körpergegenden, wie die Kopf-, Genital-, Clitellum- und Schwanzstücke, ausser Acht gelassen; einige hierauf bezügliche Erfahrungen möchte ich mittheilen, obwohl meine Versuche nach dieser Richtung noch nicht ausgedehnt genug sind.

Kopfstücke.

Von kürzeren Vordertheilen nimmt man an, dass sie nicht regenerationsfähig und also auch nicht für länger lebensfähig seien. Hescheler fand, dass »6—15 vorderste Segmente für sich meist im Verlauf einer Woche zu Grunde gingen; 15 Segmente lebten einmal noch 36, einmal 40 Tage nach der Operation; alle Stücke, bestehend aus 16—30 vordersten Segmenten, gingen im Verlauf von 14 Tagen zu Grunde«. Wenn ich auch nach meinen Versuchen ebenfalls sagen muss, dass den Kopfstücken eine sehr geringe Widerstandskraft eigen ist, so gestalteten sich doch meine Ergebnisse immerhin günstiger. Die meisten Kopfstücke von weniger als 10 Segmenten pflegen allerdings in den nächsten Tagen oder Wochen nach der Operation zu sterben, aber es gelang doch, einige länger am Leben zu erhalten. Kopfstücke von *All. terrestris* und *L. rubellus*, von

1) Es wurden ausserdem noch Versuche mit *All. subrubicunda Eisen* angestellt, welche zeigten, dass auch diese Art an kleinen Theilstücken Regenerate zur Ausbildung bringt.

denen eines aus nur 5 unverletzten Segmenten bestand, andere 8 und 9 Segmente zählten, liessen sich drei Wochen am Leben erhalten, noch andere von 10, 11 und 12 Segmenten hielt ich 4 bis 5 Wochen. Die Wunde vernarbte, eine Regeneration trat nicht ein, schliesslich wurden die Stücke matt und starben. Ein Kopfstück, *All. terrestris*, welches vom Versuch 6, unternommen am 17. Juli, stammt, lebt noch Ende August und befindet sich augenscheinlich sehr wohl, denn es kriecht rasch und geschickt umher. Es umfasst 11 unverletzte und zwei angeschnittene Segmente. Vom Körperende wächst jetzt ein kegelförmiger Zapfen nach hinten, der sich durch seine helle Färbung vom übrigen Körper unterscheidet. An dieser Regenerationsknospe sind die Segmentgrenzen nur undeutlich ausgeprägt, doch kann man deren 10—12 zählen. Man sollte nach den Erfahrungen der anderen Versuche meinen, dass es zur Bildung des Afters und bei geeigneter Ernährung zu einer weiteren Neubildung von Segmenten und schliesslich vielleicht bis zum völligen Ersatz der verloren gegangenen Körperparthien kommen könne. Wenn die Bildung des Afters sogar bei Kopfstücken von nur 7—8 Segmenten erfolgt, wie von Rievel beobachtet wurde, so kann wenigstens nach dieser Richtung eine Schwierigkeit nicht gefunden werden. Grosser Geduld wird es allerdings bedürfen, um derartigen zarten Stücken die geeigneten Lebensbedingungen zu bieten, ohne dass sie an den sonst vorhandenen Schädlichkeiten zu Grunde gehen.

Sehr widerstandsfähig und deshalb zu derartigen Versuchen jedenfalls geeigneter sind die Kopfstücke von *All. foetida.* Stücke von ungefähr 10 Segmenten kriechen noch wochenlang sehr beweglich umher und es sterben nur verhältnissmässig wenige direct an der Operation. An einem Stück des Versuchs 10 vom 11. August, welches aus 10 Segmenten bestand, bemerkte ich Ende des Monats einen bis dahin nicht vorhandenen Kegel ganz ähnlich einer Regenerationsknospe sich erheben; Segmentirung ist allerdings an demselben bisher nicht zu erkennen. Solche Knospen finden sich auch noch bei anderen Stücken.

Ein Kopfstück desselben Versuchs, welches aus 12 unverletzten und einigen verletzten Segmenten besteht (der Schnitt

war sehr schräg geführt), zeigt einen aus der Narbe mit breiter Basis sich erhebenden Kegel, welcher sehr deutlich vier Segmente erkennen lässt. Man möchte nicht zweifeln, dass es sich in diesen Fällen um Regenerationsknospen handelt, deren Segmentzahl sich unter geeigneten Verhältnissen vermehren wird.

Von *All. foetida* hat bereits Morgan Kopfstücke von 12 bis 27 Segmenten monatelang am Leben erhalten können, doch machte er die Erfahrung, dass sie nach kürzerer oder längerer Zeit schliesslich zu Grunde gingen, ein Stück von 24 Segmenten bildete jedoch ein Regenerat von einem halben Zoll Länge. Mit so langen Stücken habe ich bisher keinen Versuch gemacht, doch zweifle ich nicht, dass sie sich zur Regeneration bringen lassen.

Stücke aus der Genitalregion.

Noch schwieriger als Kopfstücke sind nach meiner Erfahrung Stücke aus der Geschlechtsgegend am Leben zu erhalten, doch mag dies daran liegen, dass ich absichtlich mit geschlechtsreifen Thieren experimentirte. Bei einigen nach dieser Richtung mit verschiedenen Arten angestellten Versuchen starben die betr. Stücke meistens schon im Verlauf der nächsten Tage oder doch in wenigen Wochen ab, ohne eine Spur von Regeneration zu zeigen; doch darf man aus derartigen Misserfolgen keine voreiligen Schlüsse ziehen, da ich jetzt bei einem Stück aus der Genitalregion einer geschlechtsreifen *All. subrubicunda* die Bildung einer regelrechten mit Blutgefässen versehenen und in Segmentirung begriffenen Regenerationsknospe am Vorder- und Hinterende beobachtete. Das Stück besteht aus 11 unverletzten Segmenten, umfasst also etwas mehr als die ganze Genitalregion. Es ist überhaupt wahrscheinlicher, dass bei den kleineren Würmern diese Versuche mehr Aussicht auf Gelingen bieten, z. B. auch bei *All. foetida,* an der meine diesbezüglichen Versuche noch nicht alt genug sind.

Stücke aus der Region des Clitellums.

Etwas leichter als die Stücke aus der Gegend der Geschlechtsorgane, aber immer noch schwer genug, lassen sich diejenigen aus der Region des Clitellums am Leben erhalten, wobei allerdings ebenfalls zu bemerken ist, dass ich zu diesen Versuchen

grosse geschlechtsreife Würmer mit gut ausgebildetem Clitellum verwandte, um festzustellen, welche Veränderung dieses erfährt. Zumeist sterben die Stücke in kürzerer oder längerer Zeit ab, nur bei *All. foetida* und *subrubicunda* machte ich auch in dieser Beziehung bessere Erfahrungen und bei der erstgenannten Art scheint auch an diesen Stücken die Regeneration in der gewöhnlichen Weise einzutreten. Die anderen Arten, *All. cyanea, terrestris* und *L. herculeus*, erweisen sich ihrer bedeutenden Grösse wegen für diese Versuche wenig geeignet. Die umfangreichen und plumpen Stücke werden bald matt und gehen zu Grunde; trotzdem halte ich eine Anzahl Stücke von den beiden ersteren Arten seit einigen Wochen am Leben, allerdings ohne dass sie bis jetzt Regenerationsknospen zur Ausbildung brachten. Das Clitellum bewahrte bisher seine Deutlichkeit. Glücklicher war ich in dieser Beziehung mit *All. subrubicunda* von welchem ein Stück mit noch jetzt gut ausgeprägtem Clitellum eine in der gewöhnlichen Weise mit Blutgefässen versehene und bereits segmentirte Regenerationsknospe am hinteren Ende zeigt. Die kleineren Arten werden sich also auch für diese Versuche besser bewähren, wie vorauszusehen war.

Schwanzstücke.

Stücke vom Ende liessen sich bei allen untersuchten Arten leicht, ja überhaupt von allen Theilstücken am leichtesten durch Wochen hindurch am Leben erhalten, auch wenn sie nur aus einigen (bis zu 4, 5 und 6) Segmenten bestanden. Solche kurze Schwanzstücke wurden besonders von *All. subrubicunda*, *cyanea* und *foetida* lange Zeit gehalten. Zur Regeneration sind die Schwanzstücke, auch längere von 15—20 Segmenten, nur schwer zu bringen, doch treten immerhin auch hier in einzelnen Fällen Regenerationsknospen auf; so zeigte ein 5,5 mm langes, aus 12 unverletzten und 2 verletzten Segmenten bestehendes Schwanzstück von *All. terrestris* etwa 3 Wochen nach der Operation ein dünnes, segmentirtes Regenerat von 1 mm Länge, welches bald auf 2 mm Länge heranwuchs und dann 18—20 Segmente zählte. Die Gefässe sind in der gewöhnlichen Weise vorhanden, an der Spitze trägt es eine gut ausgebildete Oeffnung, wie sie sich bei anderen Kopfregeneraten findet. Man hat also

ein Regenerat ganz von der Beschaffenheit vor sich, wie sie bei den Theilstücken aus anderen Körpergegenden auftreten. Die Zeit kann erst darüber entscheiden, ob ein solches Schwanzstück bei entsprechender Ernährung wieder zu der vollen Segmentzahl des Wurms heranzuwachsen vermag.

Ein aus 6 unverletzten und einem wenig verletzten Segment bestehendes, 2,2 mm langes Schwanzstück von *All. subrubicunda* entwickelte auf der Narbe eine Regenerationsknospe von 1 mm, also verhältnissmässig bedeutender Länge, in welche sich das Rückengefäss des Schwanzendes fortsetzt. Eine Segmentirung ist an diesem Regenerat noch nicht festzustellen, doch kam es erst vor kurzem zur Ausbildung.

Man sieht, dass auch den hintersten Parthien des Körpers die Fähigkeit, verloren gegangene Theile zu ersetzen, nicht völlig abgeht, obwohl eine Regeneration bei ihnen offenbar weit seltener als in den übrigen Körpergegenden eintritt. Das geringere Regenerationsvermögen der hinteren Parthien liegt insofern auf der Hand, als es leicht gelingt, dieselben längere Zeit am Leben zu erhalten, während bei denjenigen Körperparthien, welche leicht absterben, wie bei Kopfstücken und besonders Theilstücken aus der Gegend der Geschlechtsorgane und des Clitellums, eine Regeneration voraussichtlich häufiger erfolgen wird, wenn man eine grössere Anzahl der betreffenden Stücke längere Zeit lebend erhalten kann.

Die letzteren Mittheilungen bestätigen das Ergebniss der beiden zuerst unternommenen Versuche und insofern kann auf die ihnen angeschlossenen Ausführungen verwiesen werden. Das Regenerationsvermögen der Theilstücke hat sich auch durch die späteren Versuche als ein sehr weitgehendes erwiesen. Im Uebrigen geht noch aus denselben hervor, dass thatsächlich Theilstücke aus allen Körpergegenden die Fähigkeit des Ersatzes verloren gegangener Körpertheile bis zu einem gewissen Grade besitzen, wobei zu bemerken ist, dass in bestimmten Gegenden, besonders am Kopf- und Schwanzabschnitt, diese Fähigkeit stark herabgemindert erscheint. Bezüglich des Regenerationsvermögens der verschiedenen Arten kann ich natür-

lich nur von den untersuchten Species sprechen, doch lassen die bei ihnen erzielten Ergebnisse den Schluss zu, dass sich andere Arten wohl ebenso verhalten mögen.

Ausserordentlich gross hat sich die Widerstandsfähigkeit und Lebenszähigkeit der Theilstücke bei diesen Versuchen gezeigt. Einige Fälle, welche dieselbe erläutern, möchte ich noch hinzufügen.

Ein Stück aus der hinteren Hälfte eines grossen *Lumbricus herculeus* von 4,5 mm Länge und 5,3 mm Breite liess an der Ventralseite 5 unverletzte Segmente und vorn wie hinten je ein angeschnittenes Segment erkennen. Die hintere Wunde bildete annähernd einen Querschnitt, die vordere Schnittfläche erstreckte sich jedoch am Rücken in bedeutender Breite bis zum vorletzten Segment, so dass thatsächlich nur dieses unverletzt und ein grosser Theil der Rückenfläche weggeschnitten war. Trotzdem lebte dieses so stark zerfetzte Stück, welches infolge seiner grösseren Breite gewöhnlich auf einer der Wundflächen lag, nicht weniger als 13 Tage.

Ein Stück des Versuchs 3 Nr. 3 (*L. rubellus*), von 10 mm Länge und 13 Segmenten umfassend zeigte nach der Operation (6. Juli) am Hinterende einen höchst umfangreichen, mehrfach gewulsteten Bruchsack von orangegelber Färbung, der durch das Vordrängen der Eingeweide entstanden war. Das Stück, von welchem ich damals annahm, es müsse in kürzester Zeit zu Grunde gehen, lebt noch Ende August. Die vordere Wunde ist völlig verwachsen, der noch immer vorhandene, wenn auch weniger umfangreich gewordene Bruchsack wurde überhäutet. Das Stück ist zwar sehr unbehilflich, erscheint aber ganz lebenskräftig.

Nicht regenerirte kleine Stücke aus der hinteren Körperhälfte von *All. terrestris* und *L. rubellus*, welche nur 2—3 mm lang waren und 3 — 4 Segmente umfassten, liessen sich bei völligem Verschluss der beiden Wunden länger als 6 Wochen am Leben erhalten.

Bemerkenswerth ist ein kleines, 3,2 mm langes Stück aus der hinteren Körperhälfte von *L. rubellus*. Dasselbe bestand aus nur 2 unverletzten Segmenten, an welche sich vorn und

hinten je ein stark angeschnittenes Segment anschloss. Die vordere Wunde, die dorsal bis an die Grenze des ersten unverletzten Segments reichte, verheilte in der Weise, dass das vordere verletzte Segment wieder hergestellt wurde und von dem regenerirten Theil erstreckte sich dann ein kurzer, breiter Kegel nach vorn. Am Hinterende dagegen entstand ein aus 28 Segmenten gebildetes Regenerat, welches bald dem Theilstück an Länge ziemlich gleichkam.

Ueber die Fortführung der Versuche und die histologischen Befunde gedenke ich später zu berichten.

In derselben Sitzung (10. August 1897) sprach Herr F. Marchand

Ueber die Bedeutung der sog. grosskernigen Wanderzellen bei der durch Einführung kleiner Fremdkörper in die Bauchhöhle erzeugten Entzündung.

In einer früheren Mittheilung (Sitzungsbericht Nr. 3 vom 19. Mai d. J.) wurde das Auftreten verschiedener Zellformen im Gewebe des Netzes und an seiner Oberfläche nach der Einführung einer sterilen Aufschwemmung von Lycopodium-Körnern in die Bauchhöhle von Warmblütern geschildert, und ein Theil dieser Zellen auf eine unter dem Einfluss der Fremdkörper eintretende Wucherung der »Deckzellen« der Serosa zurückgeführt.

Während in den ersten Stunden nach der Injection fast ausschliesslich Leukocyten von der bekannten Beschaffenheit der aus den Blutgefässen ausgewanderten sog. polynucleären Zellen in grosser Zahl vorhanden waren, denen auch eine reichliche Anhäufung farbloser Blutkörperchen in den Gefässen entsprach, fanden sich schon nach Ablauf des ersten und besonders des zweiten und dritten Tages sowohl im Gewebe des Netzes als an der Oberfläche sehr zahlreiche Zellen von meist beträchtlicher Grösse mit in der Regel einfachem länglich-runden, oder eingeschnürtem oder auch getheiltem Kern, welcher sich aber auch in diesem Fall durch die bedeutendere Grösse der einzelnen Theile sowie durch mehr bläschenförmiges Aussehen, weniger intensive Färbung von den kleinen Kernen der gewöhnlichen

polynucleären Formen unterschied. Andrerseits waren diese Elemente aber auch von den gewucherten »Deckzellen« zu trennen. Sie entsprachen im Allgemeinen den in der Regel als »grosskernige leukocytäre Wanderzellen« bezeichneten Zellen und wurden daher vorläufig so genannt.

Die Annahme, dass auch diese Formen, wenn auch z. Theil auf Umwegen durch das Gewebe, aus den Gefässen stammen, gründete sich darauf, dass im Gefässlumen neben den polynucleären Formen ganz ähnliche einkernige Zellen von verschiedener Grösse des Kerns und des Zellkörpers vorkommen, und dass ebensolche Zellen unmittelbar neben der Gefässwand gefunden werden.

Dennoch kann man nur für einen relativ kleinen Theil dieser »grosskernigen« Zellen die Herkunft aus den Gefässen nachweisen oder wahrscheinlich machen; für die Mehrzahl muss nach neueren, mit Hülfe besserer Methoden und an geeigneten Objekten gewonnenen Erfahrungen eine Abstammung von zelligen Elementen des Gewebes angenommen werden. Demnach entsteht die Frage, ob man diese Zellen als gleichwerthig mit eigentlichen Leukocyten (Blut-Leukocyten) zu betrachten hat.

Da wir wissen, dass die Leukocyten keine dem Blute eigenthümliche Zellform sind, sondern erst aus anderen Theilen (den sog. blutbildenden Organen) in die Gefässe gelangen, so ist die Frage berechtigt, ob die als Eiterkörperchen, Exsudatzellen, bei den Entzündungsprocessen auftretenden Zellen nothwendig das Gefässsystem als Durchgangsstadium passirt haben müssen, um gewissermassen die nöthige »Reifung« zu erlangen. Diese Frage darf wohl sicher verneint werden.

Eine weitere Frage ist aber, ob Leukocyten auch ausserhalb der blutbildenden Organe entstehen und dann ebenfalls in einen Entzündungsherd hinein gelangen können, und, wenn dies der Fall, ob Leukocyten, wie es ein namhafter Theil der Forscher annimmt, stets nur von gleichartigen Zellen herstammen, welche sich bereits frühzeitig in der Embryonalanlage differenzirt haben, oder ob auch andere Gewebszellen, z. B. Bindegewebszellen, Endothelzellen — oder vielleicht indifferente Bildungszellen — Zellformen liefern können, welche mit Leukocyten identisch sind, d. h. auch zu Blut-Leukocyten werden können.

Die Annahme, dass die Leukocyten eine specifische Zellart mit einem bestimmten, wenn auch ziemlich weit begrenzten Formenkreis (Heidenhain) sind, lässt sich durch die einfache Beobachtung der unter normalen Verhältnissen oder bei der Entzündung auftretenden Zellformen nicht beweisen, so lange wir kein absolut sicheres Kennzeichen für diese Zellen besitzen, wie z. B. das Haemoglobin für die rothen Blutkörperchen. Sowohl die Beschaffenheit der Kerne als die des Protoplasma der Leukocyten des Blutes weist erhebliche Verschiedenheiten auf, welche bei den ausserhalb der Gefässe vorkommenden Leukocyten natürlich besonders in's Gewicht fallen. Nur die genaue Kenntniss der normalen Entwicklung dieser Zellen, sowie eine durch alle Stadien zu verfolgende Beobachtung der bei pathologischen Processen auftretenden zelligen Elemente vermag eine gewisse Sicherheit zu geben. Beide Wege sind aber ebenfalls mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden, welche die noch immer vorhandenen Meinungsverschiedenheiten in dieser Frage zur Genüge erklären.

Ein bemerkenswerther Versuch, das Auftreten von »specifischen« Leukocyten bei der Entzündung, abgesehen von der Auswanderung aus den Gefässen, zu erklären, ist vor einigen Jahren von Ranvier[1]) gemacht worden.

Dieser Forscher beschrieb unter dem Namen der »Clasmatocyten« eine Zellform, welche im Bindegewebe, besonders in den feinen bindegewebigen Häuten bei Warm- und Kaltblütern, in grosser Zahl vorkommen soll. Er schildert sie als langgestreckte oder vielfach verästelte zarte protoplasmatische Gebilde mit rundlichem oder länglichem Kern, welche (z. B. bei Salamandern) eine sehr beträchtliche Länge erreichen können. R. hielt diese Zellen für ursprünglich aus den Gefässen ausgewanderte Leukocyten, welche in den Geweben gewissermassen sesshaft geworden und in Folge vermehrter Nahrungsaufnahme vergrössert

1) L. Ranvier, Des Clasmatocytes. Comptes rendus de l'Académie des sciences. 27. Janv. 1890, p. 165. — Derselbe, Transformation in vitro des cellules lymphatiques en clasmatocytes. Daselbst, vol. 112, 1891, p. 688. — Derselbe, De l'origine des cellules du pus et du rôle de ces éléments dans les tissus enflammés. Daselbst, vol. 112, 1891, p. 922.

seien. Eine Eigenbewegung vermochte er an ihnen nicht zu beobachten, suchte auch nachzuweisen, dass man ausserhalb des Körpers Frosch-Leukocyten aus den Gefässen durch gewisse Behandlung (Erwärmung) in derartige bewegungslose Zellen umwandeln könne. Ranvier war der Ansicht, dass die Auswanderung aus den Gefässen allein die massenhafte Ansammlung von Leukocyten bei der Entzündung nicht erkläre, dass vielmehr die Clasmatocyten durch fortgesetzte Theilung eine weit grössere Zahl von Leukocyten liefern.

Die erstere Annahme ist, wie hier gleich bemerkt werden mag, kaum berechtigt, denn man kann sich in geeigneten Fällen leicht überzeugen, dass die Auswanderung polynucleärer Zellen schon in wenigen Stunden nach der Einführung eines Entzündungs-Erregers eine ausserordentlich grosse Höhe erreichen kann, die selbstverständlich je nach der Entzündungs-Ursache sehr verschieden ist. Wohl aber könnten die Ranvier'schen Zellen von Bedeutung für die später auftretenden Zellformen sein. Die Clasmatocyten Ranvier's haben in Deutschland bis jetzt, wie es scheint, wenig Beachtung gefunden; jedenfalls hat man sich noch keine bestimmte Vorstellung von ihrer Bedeutung bilden können.

Auf anderem Wege, nämlich auf dem der Entwicklungsgeschichte, ist Fr. Saxer in einer im hiesigen pathologischen Institut ausgeführten Untersuchung über die Entwickelung der Lymphdrüsen und die Entstehung der rothen und farblosen Blutkörperchen [1]) zu dem Resultat gelangt, dass die schon sehr früh als besondere Elemente beim Embryo ausserhalb der Gefässe auftretenden sog. »primären Wanderzellen« nicht bloss in den »blutbildenden Organen« ihre weitere Umwandlung in rothe und farblose Blutkörperchen durchmachen, sondern dass auch das Bindegewebe und die Gefässe des übrigen Körpers von einer Anzahl derartiger Elemente durchwandert werden, die eine Bildungsquelle rother und farbloser Zellen darstellen. Während das Vorhandensein dieser Elemente und ihre Umwandlung in

1) Anatomische Hefte, herausgegeben von Merkel und Bonnet, XIX. 1896.

Blutzellen sicher erwiesen ist, hat sich ihre ursprüngliche Herkunft noch nicht ermitteln lassen. Eine Abstammung von den Zellen des Bindegewebes und des Gefäss-Endothels war nicht nachweisbar, wenn auch vermuthet werden muss, dass diese Zellen von der ursprünglichen Blut- und Gefässanlage herrühren.

Es ist durchaus wahrscheinlich, dass nicht bloss im embryonalen, sondern auch im ausgebildeten Organismus derartige Mutterzellen von Leukocyten ausserhalb der eigentlichen blutbildenden Organe vorhanden sind. (Mit den seit v. Recklinghausen's berühmter Untersuchung bekannten »Wanderzellen des Bindegewebes« sind diese nicht ohne Weiteres zu identificiren, da die ersteren, zum Theil wenigstens, aus den Gefässen ausgewandert sein können). Abgesehen von der Bedeutung derartiger Zellen für die sog. Rundzellen- oder kleinzellige Infiltration bei akuten und chronischen entzündlichen Processen, würde ein derartiges Vorkommen in sehr befriedigender Weise die Entstehung von geschwulstartigen Leukocyten-Anhäufungen in den verschiedensten Theilen des Körpers unabhängig von sog. lymphoiden Organen und unabhängig von den Blutgefässen erklären.

Der Gedanke lag nahe, dass die Ranvier'schen Clasmatocyten zu diesen embryonalen Leukocyten-Mutterzellen gehören, wenn ihnen überhaupt die ihnen zugeschriebene Bedeutung für die Herkunft eines Theils der Exsudatzellen bei der Entzündung zukommt. Die von Ranvier angenommene Deutung dieser Zellen als ausgewanderte, unbeweglich gewordene Leukocyten, muss nach allem, was bis jetzt darüber ermittelt werden konnte, als irrthümlich bezeichnet werden.

Die von Ranvier beschriebenen Zellen lassen sich besonders am Netz jüngerer Thiere (Meerschweinchen, Kaninchen), leicht nachweisen.

Am ausgebreiteten Netz eines 2-wöchentlichen Kaninchens, an welchem die Grenzen der Deckzellen durch Höllensteinlösung dargestellt sind, sieht man hauptsächlich neben den jungen sprossenden Gefässen meist langgestreckte, 0,05—0,07 mm und mehr messende protoplasmareiche Zellen mit chromatinreichem,

länglichrundem oder etwas eingekerbtem Kern von 0,01 bis (selten) 0,02 mm Länge. Die Form des Protoplasma-Körpers ist sehr verschieden, spindelförmig, keulenförmig oder verästelt. Das Protoplasma ist sehr zart granulirt, enthält meist sehr zahlreiche kleine und grössere Vacuolen und schnürt nicht selten an den Rändern und an den Enden kleine Fragmente ab (daher der Ranvier'sche Name), eine Eigenthümlichkeit, welche man übrigens auch an den aus den Gefässen ausgewanderten Leukocyten nicht selten findet. Die Abschnürung scheint dadurch zu Stande zu kommen, dass bei der Bildung der Vacuolen der Zellkörper durchbrochen wird; bleibt der Zusammenhang an einer Seite erhalten, so bildet sich ein Seitenast. Dieselben zelligen Elemente finden sich auch an den gefässlosen Stellen des Netzes in verschieden grosser Zahl, anscheinend ganz regellos verstreut.

Ganz ähnlich verhalten sich die Zellen im Netz junger Meerschweinchen. Hier fanden sich auch Mitosen in grossen, flach ausgebreiteten Zellen derselben Art. Ausserdem kommen hier zahlreiche eosinophile Leukocyten vor.

Auch im Netz eines 2-wöchentlichen Kindes (welches reicher an Fibrillen und Fibrillenbündeln ist, als das der Nager) sind dieselben Zellen in grosser Zahl vorhanden.

Ausser den die Gefässe begleitenden Zellen finden sich überall verstreut im Netz Elemente derselben Art von verschiedener Form und Grösse, langgestreckt, spindelförmig, mit mehrfachen Krümmungen, oft kurz spindelförmig, oval und endlich regelmässig rund. Charakteristisch ist die Beschaffenheit des Kerns; die ursprüngliche länglichrunde Kernform hat meist eine Länge von 0,01 mm bei etwa 0,005 mm Breite, während die Kerne der Deckzellen bei mehr ovaler oder rundlicher Form 0,015 mm und mehr messen. Die Kerne enthalten ein ziemlich grobkörniges Chromatingerüst.

Am kindlichen Netz fanden sich (7 St. p. m.) noch ziemlich zahlreiche Kerntheilungen in verschiedenen Stadien. Die aus der Theilung hervorgehenden runden Kerne von 0,006--0,007 mm Durchmesser haben eine unleugbare Ähnlichkeit mit den Kernen der Lymphocyten. Das Protoplasma färbt sich röthlich und enthält, wie es scheint, keine specifischen Granula, ist aber sehr

oft mit Vacuolen durchsetzt. Die den kleinen Gefässen des Netzes eng anliegenden platten Adventitialzellen, deren Kern oft nur einen kleinen Vorsprung nach aussen bildet, sind wahrscheinlich derselben Natur, wie diese lose neben den jungen Gefässsprossen liegenden Zellen, welche sich unter Abplattung ihres Zellkörpers der Gefässwand anlegen. An einzelnen Adventitialzellen kommen noch Andeutungen von Vacuolen vor. An den grösseren Gefässen sind mehrere Lagen derartiger Adventitialzellen vorhanden.

Bei der durch Einführung kleiner Fremdkörper hervorgerufenen Entzündung lassen sich nun Veränderungen dieser Zellen schon sehr früh nachweisen. Als besonders günstig erwies sich die Anwendung einer sterilen Aufschwemmung von Stärke in Kochsalzlösung [1]), da bei dieser die Wucherung der Deckzellen zurücktritt und namentlich die Bildung vielkerniger Riesenzellen bei der Kleinheit der Fremdkörper ausbleibt. Sehr vorteilhaft ist die Benutzung junger Meerschweinchen zu diesen Untersuchungen; auch ist zu berücksichtigen, dass das Netz keineswegs an allen Stellen die gleichen Veränderungen zeigt.

Schon in den ersten (2—6) Stunden nach der Injection beobachtet man an den fixirten und gefärbten Präparaten (zur Fixirung diente fast ausschliesslich die Zenker'sche Flüssigkeit, zur Färbung Haematoxylin-Eosin oder Ehrlich's Triacid) Schwellung und Formveränderung an den den Kapillargefässen anliegenden Zellen, während gleichzeitig die Auswanderung mehrkerniger Leukocyten (nicht bloss an den Gefässen des Netzes, sondern auch des Mesenterium) und die Aufnahme der Stärkekörner durch die Leukocyten in vollem Gange ist. Die den Gefässen anliegenden Zellen beginnen sich abzuheben, wobei sie nicht selten durch feine stielartige Fäden mit der Gefässwand in Verbindung bleiben; die neben den Gefässen freiliegenden Zellen zeigen zahlreiche Ausläufer; das Protoplasma vieler Zellen erhält eine zart granulirte, weiche Beschaffenheit und nimmt sehr an Umfang zu. An Stellen, wo gleichzeitig Diapedese rother Blutkörperchen eingetreten ist, findet man (schon nach

1) Nach dem Vorgang von Muscatello, Virchow's Archiv, Bd. 142.

6 Stunden) solche in verschiedenen Stadien der Zertrümmerung in der weichen Protoplasmamasse eingeschlossen. Die Kerne der gewucherten Zellen sind noch kaum verändert, gross, länglichrund oder rund, mit grösseren Chromatinkörnern. Alle diese Zellen liegen noch zwischen den beiden Lagen der Deckzellen, deren Kerne an ihrer Grösse und der helleren Färbung leicht erkennbar sind.

Nach Verlauf einer etwas längeren Zeit (18—24 St.) ist bereits eine erhebliche Vermehrung und weitere Veränderung jener Zellen eingetreten, und zwar kann man sich überzeugen, dass diese Zunahme hauptsächlich noch von der nächsten Umgebung der Gefässe aus statt findet. Während an einigen Stellen die grossen protoplasmareichen und mit grossen runden oder länglichen Kernen versehenen Zellen durch lange feine Ausläufer, die sich an den Enden zuweilen in feinste Fibrillen auflösen, noch mit dem Gewebe des Netzes in der Nähe der Gefässe zusammenhängen, finden sich zahlreiche freiliegende Zellen von rundlicher und polyedrischer Form mit Kernen von der gleichen Beschaffenheit. Flach ausgebreitete und stark verästelte Formen fehlen ebenfalls nicht. Besonders wichtig ist, dass die grossen Zellen bereits in hohem Grade die Erscheinung der Phagocytose gegenüber den mehrkernigen Leukocyten darbieten. Ein grosser Theil dieser letzteren hat sich schon in den ersten Stunden (wie die Beobachtung der in der Peritoneal-Flüssigkeit vorhandenen, sowie der an der Oberfläche des Netzes in grosser Zahl angehäuften Zellen zeigt) mit Stärkekörnern beladen. Am Ende des ersten Tages findet man bereits zahlreiche Stärkekörner-enthaltende Zellen von den grosskernigen, theils durch Fäden noch mit dem Gewebe verbundenen, theils freiliegenden Elementen umschlossen. Mitosen kommen in diesem Stadium nur vereinzelt vor.

Nach Ablauf des ersten, noch mehr des zweiten und dritten Tages hat die Zahl der grossen vielgestaltigen Zellen, welche überall verstreut an den gefässlosen Theilen des Netzes zwischen den Deckzellen liegen, noch mehr zugenommen.

Besonders charakteristisch ist an den grösseren, flach ausgebreiteten Formen das Vorhandensein kleiner und grosser Aus-

buchtungen des Randes, von der Beschaffenheit amöboider Fortsätze des Protoplasmas. Bei starker Vergrösserung zeigt der Zellkörper (besonders der grossen flach ausgebreiteten Formen) eine sehr deutlich granulierte Beschaffenheit durch blassroth gefärbte runde, ziemlich gleich grosse Körnchen, welche durch kleine hellere Zwischenräume getrennt sind. Dazwischen finden sich helle Vacuolen von verschiedener Grösse.

Bei den kleineren, mehr rundlichen Formen ist der Zellkörper dichter, die Färbung gleichmässiger. Von den grossen flach ausgebreiteten Formen giebt es alle Uebergänge zu den stark verästelten Elementen mit oft sehr langen Ausläufern, deren Protoplasma dieselbe zartkörnige Beschaffenheit, aber keine Andeutung von fibrillärer Structur besitzt. Auch sind die Enden der Ausläufer in der Regel abgerundet.

Die Kerne dieser Zellen sind von recht verschiedener Grösse, die zum Theil von dem Grade der Ausbreitung des Zellkörpers abhängt. Nicht immer entspricht aber einem grossen Kern auch ein umfangreicher Zellkörper. Der Kern der grösseren Formen ist rund oder länglichrund, nicht selten an der einen Seite ausgebuchtet, 0,01—0,012 mm lang, 0,005—0,0075 mm breit. Er enthält eine Anzahl rundlicher und eckiger grösserer Körner, welche zum Theil der Membran anliegen und bei guter Triacid-Färbung intensiv grün oder blaugrün aussehen. Die Körner sind unter einander durch spärliche Fäden verbunden. Dazwischen sind in den grossen Kernen feine rothgefärbte Körnchen sichtbar. (Bei Hämatoxylin-Färbung werden die Chromatinbestandtheile des Kernes oft noch charakteristischer.)

Sehr häufig sind diese grossen Elemente in m i t o t i s c h e r T h e i l u n g begriffen; die Mitosen treten durch ihre oft intensiv grüne Farbe sehr deutlich hervor, die röthlich gefärbte Kernspindel ist meist gut sichtbar. Nicht selten finden sich dicht neben einander zwei grosse, unregelmässig gelappte, wie auseinandergeflossen aussehende Zellkörper, welche noch einen zusammengeballten Tochterkern, oder einen bereits rundlichen Kern mit scharf hervortretendem engmaschigem Netzwerk enthalten. Die beiden Zellkörper sind durch einen feinen Faden, den Rest der Spindelfasern, mit Zwischenkörper, verbunden,

oder bereits ganz getrennt. An einem besonders geeigneten Präparat (v. 54 Stunden) ist die Zahl der Mitosen eine ganz enorme; hier finden sich die früher beschriebenen Veränderungen der Deckzellen, ihre fibrilläre Umwandlung und die Bildung grosser verästelter Zellen mit zahlreichen mitotischen Theilungen in allen Stadien, welche sich immer durch bedeutende Grösse auszeichnen (Knäuelfigur von 0,012—0,015 mm Durchm.); gleichzeitig sehr zahlreiche verästelte Zellen der oben beschriebenen Form mit Mitosen in den verschiedensten Stadien und Grössen. An anderen Stellen desselben Netzes finden sich noch dichtgedrängte kleine stärkehaltige Leukocyten.

Neben diesen im Gewebe des Netzes (zwischen den Fibrillen) befindlichen Zellen kommen in überwiegender Menge die grösseren protoplasmareichen Zellen von kugeliger, abgerundet eckiger, länglich runder oder auch langgestreckt spindelförmiger Gestalt in dichten Haufen an der Oberfläche des Netzes vor, oft zwischen den auseinandergedrängten Deckzellen hervortretend. Der Durchmesser beträgt bei den rundlichen Formen 0,01—0,015, bei den langgestreckten 0,05 und mehr, die Länge des Kernes 0,006—0,01, seine Breite 0,005—6 mm. Diese protoplasmareichen Zellen entsprechen durchaus den gewöhnlich als »grosskernige Leukocyten« bezeichneten Elementen, welche sich durch sehr ausgesprochene Phagocytose auszeichnen; sie enthalten grösstentheils Stärkekörner, theilweise in grösserer Anzahl, 5, 6 und mehr, wodurch die Grösse des Zellkörpers natürlich erheblich zunimmt. Die Stärkekörner sind rundlich und eckig, zeigen aber keine deutlichen Zeichen einer beginnenden Zerstörung. Einzelne Zellen enthalten polynucleäre Leukocyten oder auch rothe Blutkörperchen in verschiedenen Stadien der Umwandelung. Einige der mit Stärkekörnern beladenen Zellen lassen gut ausgebildete Mitosen erkennen.

Der Befund so zahlreicher freier Stärkekörner in den grossen Zellen gegenüber den früher vorhandenen stärkehaltigen kleinen Leukocyten dürfte sich zum Theil durch eine bereits stattgehabte »Verdauung« der letzteren erklären.

Bei Beobachtung im lebenden Zustande in der Wärme lassen die im Netz gelegenen sternförmigen und verästelten

Zellen mit zartem vacuolärem Protoplasma Formveränderungen nicht deutlich erkennen, während die an die Oberfläche getretenen grossen Elemente, welche aus der mitotischen Theilung jener hervorgegangen sind, sehr deutliche Bewegungserscheinungen zeigen. (Siehe diesen Bericht, S. 35.) Es ist natürlich schwierig, am frischen Präparat diese grossen contractilen Elemente von den ebenfalls beweglichen Abkömmlingen der Deckzellen zu unterscheiden. Man bedarf dazu der steten Controle durch die Untersuchung am gefärbten Präparat. Von Wichtigkeit ist vielleicht das etwas ausgefaserte Aussehen des Randes der von den Deckzellen stammenden grossen Protoplasmamassen. In der trüben zellenreichen Flüssigkeit aus der Peritonealhöhle finden sich (in der angegebenen Zeit) die grossen phagocytischen Zellen zwischen den polynucleären Exsudatzellen in grosser Anzahl. Am erwärmten Object lassen sich an ihnen die lebhaftesten Gestalts- und auch Ortsveränderungen nebst Gestaltsveränderungen der Kerne beobachten.

Besonders bemerkenswerth ist nun das Vorkommen von Mitosen der verschiedensten Grösse bis zu den kleinsten rundlichen Zellformen, deren Durchmesser noch bis unter 0,006 mm herabgeht. Während der Durchmesser der grösseren Monaster ca. 0,01 mm beträgt, messen die kleineren kaum die Hälfte, die Tochtersterne entsprechend weniger. Man darf aus diesem Verhalten entnehmen, dass die grossen Elemente auf dem Wege fortgesetzter mitotischer Theilung kleinere Zellformen liefern, welche auch in ziemlich grosser Zahl zwischen den grösseren angetroffen werden.

Wie weit diese Verkleinerung durch fortgesetzte Theilung in continuirlicher Reihe geht, ist schwer zu bestimmen. Die Kerne der kleinsten protoplasmareichen Zellen sind nicht selten kleiner als die der kleinen einkernigen Leukocyten in den Gefässen, denen sie auch im übrigen so vollständig gleichen, dass man leicht eine vollständige Reihe von Uebergängen von den ganz grossen verästelten Formen bis zu kleinen einkernigen Leukocyten herstellen kann. Andererseits finden sich Zellen von dieser letzteren Beschaffenheit in so unmittelbarer Nähe des Gefässlumen, dass man sehr zweifelhaft sein kann, ob diese nicht

ausgewanderte Zellen sind. Hierfür sprach u. a. der Befund einer Mitose (0,005 mm) in einer kleinen kugeligen Zelle zwischen Capillarwand und Adentitialzellen in der Nähe von anderen Zellen derselben Art, ferner das Vorkommen von kleinen Mitosen in der nächsten Nähe von Gefässen in kleinen Anhäufungen von ähnlichen kleinen Zellen mit spärlichem durchscheinenden kaum körnigen Protoplasma (von 0,005—0,007 mm Durchmesser) und kleinerem runden, länglichrunden oder etwas eingekerbten chromatinreichen Kern (von 0,001—0,006 mm Durchmesser).

Dieselben grosskernigen Zellen sind es, welche auch die Lycopodium-Sporen schon nach Ablauf des ersten Tages umgeben; ferner gehen daraus (und zwar wahrscheinlich sowohl durch Confluenz mehrerer Zellen als durch fortgesetzte Kerntheilung) mehrkernige Protoplasmamassen hervor, deren Kerne im allgemeinen kleiner sind als die der Deckzellen, welche sie später umschliessen.

Mit der Bildung der grossen Phagocyten, deren weitere Schicksale noch zu verfolgen sind, ist die Thätigkeit der proliferirenden Adentitialzellen der Gefässe noch nicht abgeschlossen; vielmehr kann man sich überzeugen, dass schon frühzeitig ein Theil dieser Zellen den Charakter sternförmiger Bindegewebszellen mit fibrillären Ausläufern annimmt. An Lykopodium-Präparaten vom 5. Tage sind grosse Theile des Netzes durch ein Maschenwerk fein verzweigter Bindegewebszellen eingenommen, welche sich von den ebenfalls fibrillär gewordenen Deckzellen durch geringe Grösse und andere Beschaffenheit der Kerne unterscheiden.

Die grossen, oft sehr langgestreckten spindelförmigen Elemente mit feinfibrillärem Protoplasma, sehr grossem Kern und meist stark hervortretendem grossem Kernkörperchen, welche nach den Untersuchungen des Vortragenden in poröse Fremdkörper in der Bauchhöhle einwandern, stammen von den Deckzellen der Serosa.

Wir sind genöthigt, die sog. »grosskernigen leukocytären Wanderzellen« oder Phagocyten auf eine unter dem Einflusse der Entzündungs-Erreger eintretende Wucherung und Vermehrung der Adventitialzellen der Gefässe des Netzes und der ihnen gleichwerthigen freiliegenden Zellen des Netzes zurückzuführen. Andererseits sprechen viele Bilder dafür,

dass auch die kleinen einkernigen Zellen, welche vollständig sogenannten Lymphocyten entsprechen, durch fortgesetzte Theilung von jenen herstammen. Ferner finden sich aber einkernige Zellen von genau derselben Beschaffenheit des Kernes und des Protoplasmas im Lumen der Capillargefässe — eine Uebereinstimmung, die sowohl durch eine Auswanderung solcher Zellen aus den Gefässen, als durch ein Hineingelangen in die Gefässe erklärt werden könnte.

Sind nun die mehrfach erwähnten Adventitialzellen und die freiliegenden Zellen des Netzes (welche letztere offenbar mit den Ranvier'schen Clasmatocyten identisch sind) Bindegewebszellen im gewöhnlichen Sinne? Oder verbergen sich darunter Zellen verschiedener Natur und verschiedener Herkunft?

Diese Frage kann nur mit Hülfe der Histogenese dieser Elemente entschieden werden, welche hier noch nicht specieller erörtert werden kann. Hier sei nur bemerkt, dass diese Elemente in nächster Beziehung zu den Zellen der sog. Taches laiteuses des Netzes (Ranvier) stehen, welche in gewissen Entwicklungsstadien dichte Anhäufungen um die Gefässe des Netzes bilden. Während Ranvier in der Taches laiteuses ausser Gefässbildungszellen Bindegewebszellen und lymphoide Zellen unterschied, erklärt der neueste Untersucher dieser Gebilde, François, die Zellen der Taches laiteuses nur für Bindegewebszellen, welche nach seiner Ansicht sogar wahrscheinlich die sämmtlichen Elemente der Gefässwand, ausser den Endothelzellen, bilden sollen.

Dem gegenüber sei hier nur hervorgehoben, dass die Zellen, welche in der Umgebung der Gefässe des normalen fötalen und jugendlichen Netzes angehäuft sind, zum grossen Theil vollständig mit den bei den Entzündungsprocessen auftretenden grosskernigen Wanderzellen übereinstimmen, dass sie ferner in augenscheinlicher Beziehung zur Bildung ächter Leukocyten und sogar kernhaltiger rother Blutkörperchen stehen, dass ihnen also Eigenschaften zukommen, welche denen der »primären Wanderzellen« entsprechen. (Schon beim Embryo finden sich zwischen den Bindegewebszellen des Netzes frei liegende Zellen mit vacuolärem Protoplasma und chromatinreichem Kern, welche nicht selten rothe Blutkörperchen einschliessen.) Andererseits

kann man sich aber überzeugen, dass Zellen derselben Beschaffenheit spindelförmig werden und sich den Gefässen als platte adventitielle Zellen anlegen. Weitere Mittheilungen über die Herkunft und die Bedeutung dieser Zellen behält sich der Vortr. noch vor. Vorläufig dürfte es sich empfehlen, die grosskernigen Wanderzellen zum Unterschied von den aus den Gefässen emigrirten Leukocyten als leukocytoide Zellen zu bezeichnen. Die Möglichkeit, dass solche »leukocytoiden« Elemente unter pathologischen und unter normalen Verhältnissen in die Circulation gelangen und eine Art einkerniger Leukocyten bilden, ist nicht zu bestreiten, aber vorläufig nicht sicher zu beweisen.

Die neuerdings von Borst[1]) angenommene Auswanderung gewucherter Gefäss-Endothelien bei der Entzündung, welche sich durch ihre gewebsbildenden Eigenschaften von den rein hämatogenen Wanderzellen unterscheiden würden, ist durch seine Beobachtungen nicht hinreichend bewiesen, wenn auch eine Wanderungsfähigkeit abgelöster Endothelzellen sehr wahrscheinlich vorkommt. Ueberdies ist die Bildung von Bindegewebe aus Gefässendothelien mindestens fraglich. Die durch Querton[2]) von Neuem aufgestellte Behauptung der Umwandlungsfähigkeit ausgewanderter Leukocyten in Fibroblasten und Bindegewebszellen beruht augenscheinlich auf Verwechslung der verschiedenen hier in Betracht kommenden Zellformen. Das Vorkommen der in die Blutbahn injicirten Carminkörner in gewebsbildenden Zellen, auf welches Q. sich hauptsächlich stützt, ist kein Beweis für deren Herkunft aus dem Blute.

1) Max Borst, Das Verhalten der Endothelien bei der akuten und chronischen Entzündung etc. Würzb Verhandlungen XXXI, Nr. 1, 1897.

2) Louis Querton, Du rôle des cellules migratrices provenant du sang et de la lymphe dans l'organisation des Tissus. Mém. de l'acad. de médec de Bruxelles T. XV, 1, 1897.

Berichtigung.

In Nr. 3 (Sitzung vom 19. Mai) lies:

auf S. 35, Zeile 5 von unten: an statt aus;
auf S. 37, Zeile 14 von unten: endothelialen statt endothelischen;
auf S. 38, letzte Zeile: denen statt deren.
auf S. 38, Zeile 6 von oben, sollte es heissen: als die sogenannten grosskernigen leukocytären Wanderzellen.

In der Sitzung vom 10. August 1897 wurden die Privatdocenten der Chemie Herren Dr. Karl Schaum und Dr. Rud. Schenck zu ausserordentlichen Mitgliedern der Gesellschaft gewählt.

Von eingegangenen Schriften waren aufgelegt:

Pollichia, Jahrgang 54. Nr. 10 u. 11. Der Drachenfels bei Dürkheim. Neustadt 1897.

Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie u. Physiologie in München. XI. Heft 2 u. 3. München 1897.

Programm der herzogl. technischen Hochschule in Braunschweig 97/98. Braunschweig 1897.

Societatum litterae. Jahrg. X, 7—12, Jahrg. XI, 1—6.

Helios. Bd. XIV. Berlin 1897.

Bericht der Lese- und Redehalle der deutschen Studenten in Prag für 1896. Prag 1897.

Jahrbuch des ungarischen Karpathen-Vereins. Jahrg. XXIV. Jahrgang 1897.

G. O. Sars, Crustacea of Norwag. Vol. II. Part V. VI. Bergen 1897.

Wachsmuth and Springer, North-Americain. Crinoidea. Vol. I. u. II. Atlas. Cambridge 1897.

Journal of the New York microscopical Society. Vol. XII. Nr. 3. New York 1897.

Geological Survey of Canada. Vol. VIII. Ottava 1895/96.

22th and 23th Report of the Geological and Natural History Survey of Minnesota. Minneapolis 1894/95.

Smithsonian Miscellaneous. Collections 1077. Washington 1897.

Proceedings of the Boston Society of Natural history. Vol. 27. Nr. 14. Boston 1897.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia. 1896. Part. III. 1897. Part I. Philadelphia 1897.

Proceedings of the american philosophical Society of Philadelphia. Vol. 36. Nr. 154. Philadelphia 1897.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. 32. Nr. 5—14. 1897.

Bulletin I. and Report of the Chicago Academy of Sciences. Chicago 1896/97.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno 294. Rendiconti VI. 1. Ser.: fasc. 12. 2. Ser.: fasc. 1 u. 2. Roma 1897.

Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Ser. 3. Vol. III, fasc. 6. Napoli 1897.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 7 **December** **1897**

Die wissenschaftliche Sitzung vom 8. December 1897 eröffnete der zeitige Director, Herr Marchand, mit folgendem Gedenkwort:

Unsere Gesellschaft hat ihr ältestes einheimisches ausserordentliches Mitglied durch den Tod verloren.

Professor Dr. Victor Hüter starb am 12. November d. J. zu Göttingen, wohin er sich kurz vorher wegen eines chronischen Leidens begeben hatte. Hüter war als Sohn des damaligen Professors der Geburtshilfe zu Marburg am 16. Oct. 1832 geboren, hat also ein Alter von 65 Jahren erreicht. Sein jüngerer Bruder Carl, Professor der Chirurgie in Greifswald, ist ihm bereits seit einer Reihe von Jahren im Tod vorausgegangen. Im Jahre 1855 habilitirte sich Hüter als Privatdocent für Geburtshilfe und Gynäkologie an der Universität seiner Vaterstadt, und wirkte in dieser Eigenschaft, sowie als Examinator, bis zum Ende des vorigen Semesters.

Unserer Gesellschaft gehörte er seit dem 25. April 1860 an. Hüters Thätigkeit war vorwiegend der praktischen Medicin gewidmet. Von seltener Uneigennützigkeit, unverdrossen und stets bereit, den Armen und Elenden zu helfen, ist er bis in die letzte Zeit seines Lebens seinem Berufe treu geblieben, indem er es sich nicht vergönnte, eine wohlverdiente Ruhe zu geniessen.

Ehre seinem Andenken!

Darauf sprach Herr Bauer:

Ueber Laterit, insbesondere den von den Seyschellen.

Wie in anderen tropischen Gegenden, in Indien, Ceylon, Brasilien, Afrika etc., so spielt auch auf den Seyschellen der Laterit eine grosse Rolle. Herr Dr. Brauer hat von seiner Reise u. A. eine Anzahl Lateritproben von jenen Inseln mitgebracht, die den im Folgenden mitgetheilten Untersuchungen zu Grunde liegen.

Durch eine grosse Anzahl von Beobachtungen in den Heimathsgebieten des Laterits ist es wohl zweifellos festgestellt, dass der noch auf ursprünglicher Lagerstätte befindliche primäre Laterit das Verwitterungsprodukt verschiedener Gesteine darstellt, in situ entstanden unter Umständen, die vorzugsweise in den Tropen obwalten. Nach dem Ursprungsgestein hat man in diesem Sinne Granitlaterit, Gneisslaterit, Basaltlaterit etc. zu unterscheiden. Vielen Tropenreisenden verdanken wir mehr oder weniger ausführliche Schilderungen des Vorkommens und der äusseren Beschaffenheit des Laterits in verschiedenen Gegenden, die hier im allgemeinen als bekannt vorausgesetzt werden müssen. Man hat aber, wie es scheint, der Ermittelung der mikroskopischen Beschaffenheit und der chemischen Zusammensetzung dieser soweit verbreiteten Verwitterungsmassen bisher nur sehr geringe Aufmerksamkeit geschenkt. Hierüber klagen u. A. auch Medlicott und Blanford [1]), die nur eine einzige vollständige Lateritanalyse und zwar einer eisenreichen Varietät von Rangun in Birma, ausgeführt von Captain James, mittheilen können. Auch die sonstige Litteratur giebt nur ganz wenige Analysen von Laterit, gleichfalls vorzugsweise von eisenreichen Abänderungen und den dem Laterit so häufig und in

---

1) A Manuel of the geology of India, Bd. I. 1879. pag. 349, wo eine zusammenfassende Beschreibung des indischen Laterit mit vielen darauf bezüglichen Litteraturangaben zu finden ist. Litteratur über Laterit, sowie über Gesteinszersetzung überhaupt, vergl. u. A. auch: Israel Cook Russell, Bull. U. S. geol. Survey Nr. 52. 1889. (Subaërial decay of rocks and origin of the red color of certain formations) pag. 7-61. F. v. Richthofen, Führer für Forschungsreisende, pag. 464.

so charakteristischer Weise eingelagerten Eisenkonkretionen, die nicht selten z. B. in Indien und in Afrika von den Eingeborenen als Eisenerze benutzt werden. Vielleicht keine einzige chemische Untersuchung existirte bisher von einem auch in anderer Hinsicht, namentlich mikroskopisch genau geprüften Material, so dass eine Erweiterung unserer Kenntnisse nach dieser Richtung nicht ohne Interesse zu sein schien. Namentlich hat es sich als wichtig erwiesen, die Rolle, welche die Kieselsäure im Laterit spielt, genau kennen zu lernen. Die von mir angestellten Untersuchungen waren im wesentlichen darauf gerichtet, diese Lücke zunächst für den Laterit der Seyschellen auszufüllen, die Kenntniss des dortigen Laterits in chemischer und mikroskopischer Hinsicht zu fördern, so weit es das vorhandene Material gestattet und daraufhin die Lateritbildung mit anderen ähnlichen Erscheinungen der Gesteinszersetzung zu vergleichen.

Auf allen Seyschelleninseln, die von Dr. Brauer besucht wurden, bildet der Laterit über weite Strecken die oberste Bedeckung der festen, anstehenden Gesteine. Auch manche der höchsten Bergspitzen werden von ihm in einer Mächtigkeit von mehreren Metern überlagert und vielfach sind tiefe Hohlwege ganz in ihn eingeschnitten. In dieser Weise ist der Laterit u. A. auf eine Tiefe von drei Metern zwischen Anse Boileau und Anse La Mouche an der Westküste von Mahé aufgeschlossen. Er umhüllt an vielen Orten zahlreiche rundliche Blöcke von häufig im innern Kern noch ganz frischem Granit und ebenso der anderen früher beschriebenen Gesteine, die in den umgebenden Laterit ganz allmählich übergehen. Es kann somit kein Zweifel obwalten, dass der letztere auch auf den Seyschellen durch Umwandlung an Ort und Stelle aus jenen Gesteinen entstanden ist. Auch ein Theil der vorliegenden Handstücke zeigt alle möglichen Uebergänge von dem frischen Gestein, besonders dem Granit, zum typischen Laterit, der namentlich von der Hauptinsel Mahé in einer Anzahl von Proben vorliegt.

Dieser typische Laterit von Mahé etc. bildet rothe, braune und gelbe Massen von bald mehr fester, thonartiger, bald mehr lockerer, sandiger Beschaffenheit. Der Zusammenhalt ist an

manchen Stücken so gering, dass sich grössere Fragmente leicht zwischen den Fingern zerreiben lassen; bei andern Exemplaren ist die Festigkeit so gross, dass dies nicht mehr möglich ist. Einige der letzteren lassen noch deutlich die charakteristische Form der Diabaskugeln erkennen, die sich bei der Verwitterung dieses Gesteins zunächst gebildet haben und die dann später ohne fernere Veränderung der Form durch weitere Umwandlung des Diabases zu Laterit werden, der im Innern die Struktur des Diabases zeigt. In zahlreichen Proben sind der eigentlichen Lateritsubstanz viele eckige Quarzkörner beigemengt, die sich durch Schlemmen der zerkleinerten Masse im Wasser und Auskochen mit Salzsäure leicht rein erhalten lassen. In weiteren Stücken fehlen Quarzkörner vollständig oder sind doch nur sehr spärlich vorhanden und wieder in anderen ist die ganze Masse von kleinen Glimmerblättchen durchsetzt, einem durch die Verwitterung entfärbten Biotit mit kleinem Axenwinkel angehörig. Solcher glimmerreicher Laterit stammt vom Red Hill südlich von der Stadt Mahé gegen Sanssouci, der von der rothen Farbe des Laterits seinen Namen erhalten hat. In den sandigen, an Quarzkörnern reichen, meist lockeren Abänderungen hat man es offenbar mit Granitlaterit, in den mehr thonigen, quarzfreien oder -armen mit Diorit-, Diabas- etc. Laterit zu thun.

Hiefür spricht vor Allem auch die unter dem Mikroskop z. Th. noch deutlich hervortretende Struktur. Ein Theil der vorliegenden Laterite wird allerdings auch in den dünnsten darstellbaren Schliffen nicht hinreichend durchsichtig, andere dagegen geben Präparate, die eine vollkommen genügende mikroskopische Prüfung gestatten. Besonders war dies der Fall bei einem Granitlaterit und bei einem Dioritlaterit, beide aus der Umgebung der Stadt Mahé; diese wurden einer spezielleren mikroskopischen und chemischen Untersuchung unterworfen.

1. Mikroskopische Untersuchung.

Der Granitlaterit hat eine intensiv rothbraune Farbe; er ist stark sandig und sehr bröcklig, doch sind einzelne Bruchstücke fester, so dass sich aus ihnen noch brauchbare Präparate herstellen liessen, die beim Schleifen ihren Zusammenhalt be-

wahrten. U. d. M. treten zunächst zahlreiche unregelmässig begrenzte Quarzkörner hervor in genau derselben Anordnung und von derselben Form und Beschaffenheit wie in dem frischen Granit. Sie sind vollkommen klar und durchsichtig geblieben, da sie bei der Umwandlung des Gesteins in keiner Weise angegriffen wurden. Dazwischen bemerkt man, die Stelle des Feldspaths im Granit einnehmend, grössere, fast farblose, trübe Parthien, die ein feinschuppiges Aggregat winziger, ziemlich stark doppeltbrechender Täfelchen und Plättchen von unregelmässiger Form, sowie von sehr schmalen Leistchen darstellen. Vielfach treten darin ziemlich hohe Interferenzfarben hervor, meist allerdings niedrigere, in Folge der durch Uebereinanderlagerung bedingten Kompensation. Die Leistchen sind die Querschnitte der Täfelchen und Plättchen. Dieses feinschuppige Aggregat ist zweifellos aus dem Feldspath des Granits entstanden, von welchem aber nicht die geringste Spur erhalten geblieben ist. In parallelen Streifen, wohl den Spaltungsrissen des Feldspaths folgend, hat eine Infiltration von Eisenhydroxyd und dadurch eine lokale Bräunung stattgefunden. Zwischen diesen aus dem Feldspath entstandenen Aggregaten treten in geringerer Anzahl noch kleinere, isolirte, durch dieselbe Eisenverbindung tiefer braun gefärbte und dadurch ganz oder fast ganz undurchsichtig gewordene Parthien hervor, die aber ebenfalls einzelne durchsichtige, hellgefärbte, parallelstreifige Zonen oder unregelmässige Flecken von derselben feinschuppigen Beschaffenheit umschliessen, wie wir sie eben bei dem Verwitterungsprodukt des Feldspaths kennen gelernt haben. Diese dunkleren Parthien entstammen in entsprechender Weise der Hornblende und z. Th. dem Glimmer des ursprünglichen Granits. Sie müssen als von Hause aus eisenreichere Verbindungen auch eisenreichere und daher stärker braun gefärbte und somit weniger durchsichtige Umwandlungsprodukte geben und von ihnen aus fand dann gleichzeitig auch das Eindringen der braunen Substanz in die verwitternden Feldspathe, besonders in deren Spaltungsrisse statt. Für sich allein hätten die Feldspathe vollkommen farblose Umwandlungsprodukte liefern müssen. Man erkennt die Zugehörigkeit dieser Verwitterungssubstanzen zum Feldspath,

resp. zur Hornblende und zum Glimmer ausser an ihrer Beschaffenheit, ihrer Form und ihrer Vertheilung in dem Gestein auch bei der Vergleichung von vollständig umgewandeltem Granit, wie er hier beschrieben wurde, mit solchem, der in einem mehr oder weniger weit vorgeschrittenen Zustand der Zersetzung sich befindet, ohne aber schon vollständig lateritisirt worden zu sein. Diese Granite enthalten einzelne noch frische Ueberreste der genannten Gesteinsgemengtheile, die alle möglichen Uebergänge in die oben geschilderten Umwandlungsprodukte des ganz in Laterit übergegangenen Granits zeigen.

In der Masse, namentlich in dem durch Zersetzung des Feldspaths entstandenen feinschuppigen Aggregat sind bei der Verwitterung zahlreiche, rundliche Hohlräume entstanden. Diese sind vielfach mit neugebildetem, rothbraunem bis gelbbraunem Eisenhydroxyd gefüllt, und zwar bald ganz, bald nur theilweise. Im letzteren Fall zeigt die braune Masse nach dem leer gebliebenen inneren Hohlraume hin eine rundliche Oberfläche, und parallel mit dieser eine Zusammensetzung aus einer Anzahl dünner, übereinanderliegender Schalen, wie beim Glaskopf. Zwischen gekreuzten Nicols tritt vielfach deutlich ein Sphärolithkreuz auf, das auf eine fein radialfasrige Struktur hinweist, die aber im gewöhnlichen Licht auch bei starker Vergrösserung nicht zu erkennen ist. In den vollständig ausgefüllten Hohlräumen ist ebenfalls zuweilen die feinschalige Struktur und das schwarze Kreuz zu erkennen, vielfach ist dies aber auch nicht der Fall. Dann zeigt die braune Masse entweder schwache Doppelbrechung mit Aggregatpolarisation, oder sie erscheint vollkommen isotrop und ohne jede Einwirkung auf das polarisirte Licht.

Der Dioritlaterit zeigt eine ganz gleichmässige röthlichbraune Farbe. Er ist ziemlich fest und compakt und zwischen den Fingern nicht zerreiblich. Plane Parallelstruktur ist angedeutet durch Zwischenlagerung einiger festerer Platten zwischen der sonst thonig aussehenden Masse. Quarzkörner sind mit blossem Auge nicht sichtbar. U. d. M. erkennt man deutlich die Struktur mancher Diorite der Seyschellen mit überwiegendem Hornblende- und zurücktretendem Feldspathgehalt. Langge-

zogene Prismen mit unregelmässig zerfaserten Enden entsprechen der Hornblende. Aber während diese im frischen Diorit grün oder braun ist, sind die entsprechenden Theile des Laterits zum grossen Theil entfärbt, nur durchziehen wie im Granitlaterit eisenreiche Zersetzungsprodukte die Krystalle, bräunen sie und machen sie stellenweise mehr oder weniger undurchsichtig. Die zwischen den braunen Parthien eingeschlossenen kleineren, farblosen zeigen dasselbe feinschuppige Gefüge, wie es bei dem Umwandlungsprodukte der Hornblende und des Feldspaths im Granitlaterit zu beobachten ist. Dieselbe Beschaffenheit kehrt auch in den zwischen den umgewandelten Hornblendeprismen liegenden Theilen des Gesteins wieder, die dem Feldspath des ursprünglichen Diorits entsprechen; zwischen ihnen und den aus Feldspath hervorgegangenen Theilen des Granitlaterits ist kein Unterschied zu erkennen. Sie sind im Ganzen farblos, aber doch stellenweise, und zwar auch hier in parallelen, den Spaltungsrissen folgenden Streifen durch Infiltration von Eisenhydroxyd gebräunt, indessen im Allgemeinen weniger, als die Hornblendeprismen. So besteht also der ganze Dioritlaterit in der Hauptsache aus jenem feinschuppigen Aggregat, das aber, abgesehen von der Bräunung durch Eisenhydroxyd im Dioritlaterit in ziemlicher Reinheit vorliegt, während es im Granitlaterit mit zahlreichen Quarzkörnern gemengt ist. Einige solche stellen sich zwar im Dioritlaterit ebenfalls ein, sie sind aber sehr spärlich vorhanden. Dagegen fehlen auch hier noch unzersetzte Gesteinsbestandtheile ganz; die Umwandlung ist, soweit man hieraus schliessen kann, in der vorliegenden Probe vollständig vollendet.

Fassen wir die an diesen beiden Lateriten gemachten Erfahrungen zusammen, so besteht die Lateritbildung bei ihnen nach dem mikroskopischen Befunde darin, dass die der Zersetzung fähigen Silikate, hier Feldspath und Hornblende (nebst Biotit) in ein feinschuppiges, hellgefärbtes bis weisses Aggregat winziger, farbloser, ziemlich stark doppeltbrechender Plättchen und Täfelchen übergegangen sind unter gleichzeitiger Entfärbung der dunkeln, eisenreichen Bestandtheile, also vorzugsweise der Hornblende. Das dabei diesen entzogene Eisen bildet

anscheinend Eisenhydroxyd von etwas verschiedener gelbbrauner bis rothbrauner Farbe und demgemäss wohl auch von etwas verschiedener Zusammensetzung, welches das farblose Aggregat stellen- und streifenweise mehr oder weniger stark imprägnirt, braun färbt und undurchsichtig macht, und das sich in Hohlräumen des Granitlaterits, weniger des Dioritlaterits, zu homogenen und dann zum Theil isotropen oder auch zu concentrisch-schaligen und radialfasrigen und dann stets schwach doppeltbrechenden, glaskopfähnlichen Parthien anhäuft. Ein wesentlicher Unterschied in dem Verhalten der Bestandtheile des Granits und Diorits ist bei ihrer Umwandlung nicht zu erkennen und ein Diabaslaterit, entstanden aus einer der erwähnten Diabaskugeln, der deutlich die charakteristische Ophitstruktur zeigt, lässt die vollständigste Uebereinstimmung mit jenen beiden anderen Lateriten erkennen. Der Feldspath verhält sich genau wie in jenen und der Augit so wie dort die Hornblende. Nur der Ilmenit des Diabases ist bei der Umwandlung vollkommen frisch erhalten geblieben, wie im Granitlaterit der Quarz.

Der wesentliche, charakteristische Bestandtheil dieser Laterite ist also ganz unabhängig von der Natur des ursprünglichen Gesteins, jenes weisse feinschuppige Aggregat, wozu in weit zurückstehender Menge die erwähnten eisenhaltigen Zersetzungsprodukte treten. Jenes Aggregat liegt im Dioritlaterit fast rein, im Granitlaterit mit viel Quarz gemengt vor. Es handelt sich nun darum, zu ermitteln, welche Substanz wir in der feinschuppigen Masse vor uns haben. Hierüber giebt die chemische Untersuchung den gewünschten Aufschluss.

2. Chemische Untersuchung.

Die im Folgenden mitgetheilten Analysen verdanke ich Herrn Professor C. Busz in Münster i. W. Sie sind ausgeführt an dem oben besprochenen Granit- und Dioritlaterit und zwar wurde bei beiden die Untersuchung mit bei 110°—115° C. getrockneter Substanz vorgenommen.

Der Granitlaterit hat dabei die Zusammensetzung unter I ergeben:

	I	II
Kieselsäure	52,06	—
Thonerde	29,49	60,68
Eisenoxyd	4,64	9,56
Kalk	Spur	—
Wasser	14,40	29,76
	100,59	100,00

Die Kieselsäure ist vollständig auf die beigemengten Quarzkörner zurückzuführen. Eine zwischen den Fingern so fein wie möglich zerriebene Probe wurde geschlemmt und dadurch die feinen erdigen Bestandtheile entfernt. Der noch etwas braungefärbte, sandige Rückstand wurde mit Salzsäure gekocht, worauf vollständige Entfärbung eintrat. Die nun hinterbliebenen farblosen Körner erwiesen sich u. d. M. als reiner Quarz, dem nur sehr vereinzelte opake Theilchen noch beigemengt waren. Die Menge dieses Restes von Quarzsand betrug zwischen 49 und 50 Proc. des angewendeten Laterits, also sehr nahe soviel, wie die bei der Analyse gefundene Kieselsäure. Vollständige Uebereinstimmung wird man bei einem Gemenge wie das vorliegende überhaupt nicht erwarten; zudem ist zu berücksichtigen, dass auch unter den abgeschlemmten, feinsten Theilchen sich wohl etwas Quarz befunden haben wird, der zu der gewogenen Menge noch hinzuzurechnen wäre.

Kocht man eine Probe des Laterits in Salzsäure, so erhält man eine bräunliche, ziemlich klare Flüssigkeit und einen sandigen Rückstand, der sich wieder u. d. M. als reiner Quarz erweist. Die eigentliche Lateritsubstanz ist also vollständig in Lösung gegangen und diese enthält nur Thonerde und Eisenoxyd; Kieselsäure und Alkali fehlen. Betrachtet man, wie es nach dem Vorstehenden zweifellos richtig ist, die ganze bei der Analyse ermittelte Kieselsäuremenge als Quarz und berechnet nach Abzug derselben auf 100, so erhält man die Zahlen unter II als die Zusammensetzung der feinschuppigen Lateritsubstanz zusammen mit den in ihr enthaltenen eisenreichen Zersetzungsprodukten. Sie stellt also ein Aluminium- (resp. Eisen-)hydroxyd

dar. Andere Bestandtheile, namentlich Kieselsäure und Alkalien, fehlen ihr.

Für den Dioritlaterit wurden bei der Analyse die Zahlen unter 1 der nachstehenden Tabelle erhalten:

	I	II
Kieselsäure	3,88	—
Thonerde	49,89	51,98
Eisenoxyd	20,11	20,95
Kalk	—	—
Wasser	25,98	27,07
	99,86	100,00

Hier ist der Kieselsäuregehalt sehr gering, was der Natur des ursprünglichen Gesteins entspricht. Dieser, der Diorit, war wie die mikroskopische Untersuchung des Laterits ergab, nicht ganz quarzfrei, aber doch sehr quarzarm. Dasselbe zeigt sich, wenn man wieder eine Probe mit Salzsäure kocht. Dabei geht beinahe die ganze Masse in Lösung, nur wenige Quarzkörnchen bleiben zurück, auf welche die bei den Analysen erhaltenen 3,88 Procent Kieselsäure zu beziehen sind. Berechnet man unter Ausscheidung derselben wieder auf 100, so erhält man als Zusammensetzung der eigentlichen feinschuppigen Substanz des Dioritlaterits die Zahlen unter II. Es ist also wieder wesentlich ein Aluminiumhydroxyd, das sich von dem vorigen wesentlich nur durch den grösseren Gehalt an Eisenoxyd unterscheidet. Dies hat seinen Grund in der bedeutend grösseren Menge von eisenreichen Gemengtheilen (Hornblende) in dem Ursprungsgestein des Dioritlaterits als in dem des Granitlaterits, der aus dem von Hause aus beinahe eisenfreien Granit entstanden ist.

3. Natur des Laterits. Lateritbildung.

Die Analysen beider untersuchter Laterite ergeben also übereinstimmend, dass die eigentliche Lateritsubstanz nicht, wie man bisher wohl allgemein angenommen hat, ein wasserhaltiges Thonerde- resp. (Eisenoxyd-)silikat etwa von der Zusammensetzung des Thones ist, sondern, wie schon hervorgehoben wurde, ein Thonerdehydrat, das eine mehr oder weniger grosse, von der Natur des ursprünglichen Gesteins abhängige Menge Eisen-

hydroxyd enthält. Letzteres ist in der Hauptsache dem Thonerdehydrat mechanisch beigemengt, theils in Form der braunen, das farblose Aggregat imprägnirenden Theilchen, theils als die glaskopfähnliche Ausfüllung der grösseren Hohlräume, namentlich in dem Granitlaterit. Ob auch eine theilweise isomorphe Mischung beider Hydrate, wie sie ja wohl eigentlich erwartet werden könnte, stattgefunden hat, ist nach dem Ergebniss der mikroskopischen Untersuchung angesichts der Farblosigkeit der feinschuppigen Aggregate sehr zweifelhaft. Berechnet man für die beiden in Rede stehenden Laterite das Molekularverhältniss von Al_2O_3, Fe_2O_3 und H^2O, so erhält man:

Granitlaterit: $Al_2O_3 : Fe_2O_3 : H_2O = 0{,}36 : 0{,}04 : 1.$
Dioritlaterit: $= 0{,}34 : 0{,}10 : 1.$

Nimmt man an, dass gar kein Eisen als isomorpher Vertreter des Aluminiums auftritt und dass das gesammte Eisen als Hydroxyd dem Aluminiumhydroxyd mechanisch beigemengt ist, vernachlässigt man demzufolge das Eisen, so erhält man für das Aluminiumhydroxyd in beiden Lateriten die Molekularverhältnisse:

Granitlaterit: $Al_2O_3 : H_2O = 0{,}36 : 1 = 1 : 2{,}80$
Dioritlaterit: $= 0{,}34 : 1 = 1 : 2{,}94$

und an diesem Verhältniss wird auch kaum etwas geändert, wenn man für das Eisen, das als Eisenhydroxyd vorhanden ist, auch noch etwas Wasser, etwa die der Zusammensetzung des Brauneisensteins entsprechende, dem kleinen Eisenoxydgehalt äquivalente Menge in Abzug bringt. Es herrscht also bei Vernachlässigung des Eisengehalts in den beiden analysirten Lateriten sehr nahe das Verhältniss:

$$Al_2O_3 : H_2O = {}^1/_3 : 1 = 1 : 3,$$

das auf den Hydrargillit, $3\,H_2O \,.\, Al_2O_3$, hinweist, für den es ganz genau zutrifft.

Berechnet man die Zusammensetzung der beiden Laterite nach Ausscheidung der Kieselsäure, indem man gleichzeitig das Eisenoxyd mit der erforderlichen Menge Wasser als Brauneisenstein, $3\,H_2O \,.\, 2\,Fe_2O_3$, in Abzug bringt, so sind bei dem Granitlaterit neben 9,56 Fe_2O_3 noch 1,61 H_2O, bei dem Dioritlaterit

neben 20,95 Fe_2O_3 noch 3,52 H_2O abzuziehen. Berechnet man sodann auf 100, so erhält man für die Thonerdehydrate in beiden Lateriten die Zahlen unter I und II der folgenden Tabelle im Vergleich mit denen unter III, die für den Hydrargillit gelten:

	I (Granitlaterit)	II (Dioritlaterit)	III (Hydrargillit)
Thonerde	68,31	68,82	65,52
Wasser	31,69	31,18	34,48
	100,00	100,00	100,00

Bei der Lateritisirung des Granits sowohl als des Diorits entstehen also Thonerdehydrate, bei beiden von derselben Zusammensetzung, die mit dem Hydrargillit chemisch übereinstimmen so nahe, als man es unter den vorliegenden Umständen irgend erwarten darf, wo vollkommen reine Substanz selbstverständlich nicht vorhanden sein kann. Vielleicht sind dem Hydrargillit des Laterits auch noch andere Thonerdehydrate, etwa der thonerdereichere und wasserärmere Diaspor (85,07 Al_2O_3 und 14,93 H_2O) in einer gewissen Quantität beigemengt. Darauf deutet der Thonerdegehalt hin, den die beiden Lateritanalysen ergeben haben und der den des Hydrargillits um einige Procente übertrifft, wenn auch die Anwesenheit von Diaspor nicht mikroskopisch nachweisbar ist. Einen grösseren Diasporgehalt hätte man dann in dem unten näher zu betrachtenden Lateritsandstein von der Fregatteninsel anzunehmen, dessen lateritisches Bindemittel eine noch grössere Menge Thonerde ergeben hat. Vielleicht giebt es andere Umwandlungen dieser Art, wo unter den durch die Zersetzung gebildeten Thonerdehydraten der Diaspor über den Hydrargillit überwiegt.

Darnach würde also die Lateritbildung darin bestehen, dass die der Umwandlung fähigen thonerdehaltigen Gesteinsbestandtheile unabhängig von ihrer ursprünglichen Zusammensetzung mit Konservirung der Gesteinsstruktur unter Verlust der gesammten Kieselsäure in Thonerdehydrat, und zwar bei den hier betrachteten Lateriten zu allermeist in Hydrargillit übergehen bei gleichzeitiger Ausscheidung des Eisens, das als Hydroxyd von der Zusammensetzung des Brauneisensteins oder einer anderen ähnlichen den Thonerdehydraten mechanisch beigemengt ist. Die eigentliche durch das feinschuppige Gefüge mikroskopisch charakterisirte Lateritsubstanz wäre also hier

durch Eisenhydroxyd mehr oder weniger verunreinigter und gefärbter Hydrargillit, wahrscheinlich mit etwas Diaspor, in der Form der ursprünglichen Mineralien. Man hätte also Pseudomorphosen von Hydrargillit nach den letzteren (Feldspath, Hornblende, Glimmer, Augit etc.), wobei die Stärke der Eisenbeimengung, die in anderen Fällen bis zum Ueberwiegen des Eisenhydroxyds und sogar bis zu der fast vollständigen Verdrängung der Thonerde führen kann, in der Hauptsache von der Natur des ursprünglichen Gesteins und dessen grösserem oder geringerem Gehalt an eisenreichen Gemengtheilen abhängt. Das feinschuppige Aggregat wäre also im Wesentlichen eine Anhäufung winziger Hydrargillitplättchen, von denen es bekannt ist, dass ihnen eine ziemlich starke Doppelbrechung zukommt, wie sie die mikroskopische Untersuchung zeigt. Die Lateritbildung würde also im Wesentlichen auf der Entfernung aller Kieselsäure und aller Alkalien aus den Gesteinen beruhen, so dass nur die mit Wasser verbundene Thonerde zurückbleibt, unter gleichzeitiger Ausscheidung von freiem Hydroxyd aus dem in dem betreffenden Gestein vorhandenen Eisen. Passarge hat in letzter Zeit westafrikanische Laterite eingehend studirt, ohne aber, wenigstens bisher, Analysen mitzutheilen.[1]) Er legt bei der Erklärung der Entstehung dieser Massen ein Hauptgewicht auf die Beweglichkeit des Eisens, das im Laterit verschieden zusammengesetzte und verschieden beschaffene rothe und gelbe Hydroxyde bildet, die mit grosser Leichtigkeit in einander überzugehen vermögen. Diese leichte Beweglichkeit des Eisens wird eben dadurch verständlich, dass es, wie unsere Beobachtungen gezeigt haben, als freies Hydroxyd vorhanden und nicht an irgend eine Säure fest gebunden oder dem Thonerdehydrat isomorph beigemengt ist, so dass der Uebergang der gelben und rothen Hydroxyde in einander lediglich in einer geringen Aenderung des Wassergehalts bestehen würde. Jedenfalls kann aber die Beweglichkeit, überhaupt das Verhalten des Eisens nicht als die Hauptsache bei der Lateritbildung, sondern nur als eine Begleiterscheinung angesehen werden, deren Bedeutung noch weiter zu untersuchen ist.

---

1) Report of the 6. international geograph. congress. London 1895. pag. 3 ff. des Separatabdruckes.

4. Lateritsandstein von der Fregatteninsel.

Im Bisherigen ist nur von Lateriten auf primärer Lagerstätte, also von solchen die Rede gewesen, die an der Stelle, wo sie sich durch Umwandlung aus irgend einem Gestein gebildet haben, liegen geblieben sind. Es soll nunmehr noch eine lateritische Bildung auf sekundärer Lagerstätte, ein Sandstein mit lateritischem Bindemittel, kurz ein Lateritsandstein, betrachtet werden.

Im Innern der kleinen Fregatteninsel, östlich von Mahé, bedeckt in muldenförmiger Lagerung ein eigenthümliches Gestein in der Mächtigkeit bis zu einem halben Meter den schwarzen kulturfähigen Boden, rings umgeben von Granit, der überall den Küstensaum bildet. Dieses Gestein muss durchbrochen werden, wenn man Kokospalmen pflanzen will, die nur in der schwarzen Erde darunter gedeihen. Man hat es hier offenbar mit einem Schwemmgebilde zu thun, das über dem kulturfähigen Boden ausgebreitet worden ist, der seinerseits offenbar dem Cotton soil in Ceylon oder dem Regur in Indien entspricht. Das Trümmergestein ist mehr oder weniger porös, mit kleinen, unregelmässig rundlichen Hohlräumen, schmutzigweiss bis gelb und grau, wenig glänzend bis matt und hat im Aussehen zum Theil grosse Aehnlichkeit mit manchen Basalttuffen, wofür ich es daher auch anfänglich zu halten geneigt war. Andere Stücke gleichen mehr einem thonigen Sandstein mit stark überwiegendem Bindemittel, in dem Quarzkörner bis zu Erbsengrösse eingeschlossen sind. Die natürliche Oberfläche an den vorliegenden Proben zeigt vielfach rundliche, knollige Formen, und die Stücke sind nach aussen begrenzt von einer dickeren oder dünneren braunen bis rothbraunen, stark eisenschüssigen Kruste, wie das namentlich von den indischen Lateriten so vielfach beschrieben wird.

U. d. M. verhält sich das Gestein in allen untersuchten Präparaten, das äussere Ansehen der Stücke mag sein, welches es will, ziemlich gleich. Eine bestimmt ausgeprägte Gesteinsstruktur, wie bei den oben betrachteten beiden Lateriten, ist hier nicht vorhanden. Zahlreiche, theils scharfkantige und -eckige, theils mehr gerundete Quarzkörner sind in einem stets

an Menge überwiegenden Bindemittel eingeschlossen, das in den eisenschüssigen Krusten kaum durchscheinend wird, das aber in der Hauptmasse eine homogene, weisslichgelbe, durchsichtige Substanz mit trüberen, braunen Flecken in allmählichem Uebergang zu der helleren Umgebung und mit einzelnen opaken Körnern, das Ganze nicht unähnlich einem basaltischen Glase, darstellt. Diese weisse bis gelbe Masse ist zum Theil vollkommen isotrop, doch zeigt sie auch an manchen Stellen eine Zusammensetzung aus feinen Schüppchen, wie wir es oben von dem Hydrargillit des Laterits kennen gelernt haben, nur sind hier die Schüppchen noch kleiner als dort. Stellenweise besteht das Gestein aus zahlreichen, rundlichen Knöllchen von verschiedener Farbe und Beschaffenheit. Diese zeigen vielfach in jeder Hinsicht die Eigenschaft von in Laterit verwandelten Gesteinen verschiedener Art, und zwar zum Theil von solchen, die auf der Fregatteninsel anstehend vorkommen, zum Theil auch von solchen, die bisher nur in grösseren oder kleineren Bruchstücken von mehr oder weniger frischer Erhaltung in dem hier in Rede stehenden Gestein eingeschlossen bekannt geworden sind, die aber doch wohl als ebenfalls auf der Insel anstehend vorkommend angenommen werden müssen.

Wird das Gestein mit heisser Salzsäure behandelt, so löst sich das erwähnte Bindemittel vollständig auf unter Abscheidung einer geringen Menge gallertartiger Kieselsäure; die darin eingeschlossenen Quarzkörner bleiben zurück. Nach der Analyse von C. Busz zeigt das ganze Gestein (Bindemittel + Quarzkörner) die Zusammensetzung unter I in der folgenden Tabelle:

	I	II	III
Kieselsäure	25,80	—	—
Thonerde	54,06	73,42	76,67
Eisenoxyd	3,12	4,24	—
Kalk	0,56	—	—
Magnesia	Spur	—	—
Wasser	16,42	22,34	23,33
	99,96	100,00	100,00

Die Kieselsäure ist fast allein auf Rechnung der beigemengten Quarzkörner zu setzen; eine direkte Bestimmung der Menge

der letzteren in demselben Stück, von dem das Material zur Analyse entnommen war, hat mir 26% Quarz ergeben. Die gelbe Grundmasse ist also ganz ebenso wie die Lateritsubstanz ein etwas Eisenoxyd enthaltendes Thonerdehydrat. Zieht man die Kieselsäure als Quarz ab und berechnet unter Vernachlässigung der kleinen Menge Kalk auf 100, so erhält man die Zahlen unter II und wenn auch das Eisenoxyd vernachlässigt wird, die Zahlen unter III. Das hier vorliegende Thonerdehydrat ist also thonerdereicher und wasserärmer, als das in den oben betrachteten Lateriten und steht zwischen dem Hydrargillit mit 65,52 Al_2O_3 und 34,48 H_2O und dem Diaspor mit 85,07 Al_2O_3 und 14,93 H_2O. Es liegt also auch hier mit höchster Wahrscheinlichkeit ein Gemenge dieser beiden Mineralien vor, in dem aber nun der Diaspor etwa die Hälfte, und zwar die reichliche Hälfte ausmacht.

Jedenfalls darf man aber wohl auch aus diesem Befunde schliessen, dass das vorliegende Gestein sicher nichts anderes als ein auf sekundärer Lagerstätte befindlicher, in der Hauptsache aus dem umgebenden Granit entstandener Laterit ist, den fliessendes Wasser an seinen jetzigen Ort, in die oben erwähnte Mulde geschwemmt hat. Dabei wurden die Schüppchen des Hydrargillit und des Diaspors so fein zerrieben, dass sie nunmehr das zum Theil sehr feinschuppige, zum Theil ganz homogene und isotrop erscheinende Cement bilden. Mit der Lateritsubstanz wurden auch die Quarzkörner transportirt und theilweise etwas abgerollt, allerdings nur wenig, was aber angesichts des kurzen Transportwegs begreiflich ist. Dasselbe geschah mit den theils frischen, theils mehr oder weniger vollständig zersetzten und laterisirten im Zusammenhang gebliebenen Gesteinsbrocken. Es ist ein Sandstein mit kieselsäurefreiem, aus Thonerdehydrat bestehendem lateritischem Bindemittel, vielleicht analog dem unten noch zu erwähnenden Laterit vom Congo, wo aber das Bindemittel fast reines lateritisches Eisenhydroxyd ist, welches letztere in dem Gestein der Fregatteninsel eine nur geringe Rolle spielt, da hier das Ursprungsgestein in der Hauptsache der eisenarme Granit ist.

5. Vergleich des Laterits mit dem Bauxit.

Angesichts der Thatsache, dass der Laterit im Wesentlichen aus Thonerdehydrat, mehrfach speziell vorwiegend aus Hydrargillit besteht, liegt es nahe, die Lateritbildung mit einer anderen Gesteinsumwandlung zu vergleichen, bei der ebenfalls aus thonerdehaltigen Silikatgesteinen ein kieselsäurefreies, Eisenhydroxyd eingemengt enthaltendes Thonerdehydrat von der Zusammensetzung und mit den übrigen Eigenschaften des Hydrargillits entsteht. Es ist dies die Bildung des Bauxits, der ja an zahlreichen Stellen sich in Massen findet, der aber am genauesten nach allen seinen Verhältnissen, namentlich in Betreff seines Vorkommens und seines Hervorgehens aus Basalt, resp. Anamesit von Adolf Liebrich [1]) am Westende des Vogelsbergs in der Nähe von Giessen studirt worden ist. Schon äusserlich hat der Bauxit vom Vogelsberg und ebenso mancher andere die grösste Aehnlichkeit mit gewissen Lateriten, so u. A. besonders mit dem oben betrachteten Dioritlaterit von Mahé.

In den Dünnschliffen der Vogelsberger Bauxite, z. B. derer von Lich, Laubach, Garbenteich bei Giessen etc. ist auf das deutlichste die Struktur des Anamesits jener Gegend zu erkennen. Der Feldspath ist in ein hellgefärbtes bis weisses, feinschuppiges Aggregat mit braunen Infiltrationsprodukten übergegangen, genau wie wir es oben beim Laterit gesehen haben, nur sind bei den mir vorliegenden Bauxiten die kleinen Plättchen, Täfelchen und Leistchen durchweg etwas grösser als im Laterit. Liebrich beschreibt ebenfalls das feinschuppige Aggregat, in das der Feldspath bei der Bauxitbildung übergegangen ist, zuweilen ist aber nach seiner Beobachtung das Umwandlungsprodukt des Feldspaths auch isotrop; braune Streifen durchziehen auch hier den Feldspath. Stärker gebräunt ist die aus dem Augit entstandene Substanz, aber zwischen den braunen, stellenweise fast undurchsichtigen Parthien sind hier gleichfalls kleinere, fast farblose von jener feinschuppigen Struktur zu erkennen, und

---

1) Adolf Liebrich, Beitrag zur Kenntniss des Bauxits vom Vogelsberg. Inaug.-Diss. Zürich 1891; siehe auch: Derselbe, Bauxit und Smirgel. Separatabzug. ? u. Bildung von Bauxit und verwandten Mineralien (Zeitschr. f. prakt. Geologie. 1897. pag. 211–214).

wenn man, wie Liebrich gethan hat, das Eisenoxyd mittelst einer schwach salzsauren Zinnchlorürlösung wegnimmt, so zeigt sich die ganze Masse in dieser Beschaffenheit oder auch wohl wie beim Feldspath isotrop. Wir haben also hier beim Augit genau dasselbe Verhalten wie bei der Hornblende der beiden oben betrachteten Laterite von den Seyschellen. Der Olivin des Anamesits wird bei der Bauxitbildung in Eisenhydroxyd verwandelt, dagegen bleibt der Ilmenit wie bei dem oben kurz erwähnten Diabaslaterit vollkommen unverändert. Wir sehen also in der mikroskopischen Erscheinung neben einigen geringfügigen Abweichungen die allergrösste Uebereinstimmung zwischen dem Bauxit vom Vogelsberg und dem Laterit, namentlich dem Dioritlaterit von Mahé.

Ebenso nahe ist die Uebereinstimmung in chemischer Hinsicht. Die verschiedenen Bauxite verhalten sich allerdings in dieser Beziehung, namentlich was den Wassergehalt anbelangt, nicht ganz gleich. Der Bauxite von der Wochein in Kärnten (sog. Wocheinit) ist wie der vom Vogelsberg, wasserreicher, als der vom südlichen Frankreich. Die Laterite von Mahé nähern sich im Wassergehalt mehr den Bauxiten von der Wochein und vom Vogelsberg. Die Letzteren sind nach den Untersuchungen von Liebrich gleichfalls nichts anderes als unreiner Hydrargillit, neben dem ebenfalls andere Thonerdehydrate (Diaspor) nicht fehlen, der sogar wohl in den wasserärmeren Bauxiten eine überwiegende Rolle spielt. Der Hydrargillit (resp. Diaspor) bildet auch im Bauxit die feinschuppigen Aggregate und ist sogar in diesen, aufgewachsen auf kleinen Hohlräumen, in deutlichen wohlbegrenzten Kryställchen beobachtet worden, am Vogelsberg von Liebrich und in dem gleichfalls aus Anamesit entstandenen Bauxit von Rüdigheim bei Hanau von Th. Petersen.[1]) In dieser Weise konnte ich das Mineral im Laterit von Mahé trotz des eifrigsten Bemühens bisher nicht auffinden.

In der folgenden Tabelle ist eine Anzahl Analysen von Bauxit mit denen unserer beiden Laterite zusammengestellt, woraus die chemische Aehnlichkeit des Bauxits und des Laterits auf das deutlichste hervorgeht.

---

1) Neues Jahrb. für Mineralogie etc. 1894. I. pag. 460.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
	Granitlaterit. Mahé. (C. Busz).[1]	Dioritlaterit. Mahé. (C. Busz)[2]	Bauxit. Garbenteich bei Giessen. (W. Will).[3]	Bauxit. Grube Firnewald bei Giessen. (A. Liebrich).[4]	Bauxit. Allauch bei Marseille. (H. St. Claire Deville).[5]	Bauxit. Wochein.[6]	Lateriteisenstein. Gabun. (v. John).[7]	Basalteisenstein. Garbenteich. (A. Liebrich).[8]
Thonerde	60,68	49,89	49,97	53,10	55,40	64,24	12,40	14,10
Eisenoxyd	9,56	20,11	19,87	10,62	24,80	2,40	58,02	57,98
Wasser	29,76	25,98	24,54	27,80	11,60	25,74	15,40	16,06
Kieselsäure		3,88	4,61	4,92	4,80	6,29	15,82	} 11,35
Titansäure				2,80	3,20	0,20	Unlösl.	
Phosphorsäure				Spur	—	SO_3 0,46		—
Kalk		Spur	0,58	0,62	0,20	0,85		0,40
Magnesia			Spur	Spur	$CaCO_3$	0,38		—
	100,00	99,86	99,57	99,86	100,00	100,56	101,64	99,89

Geradezu überraschend ist die Aehnlichkeit der Zusammensetzung des oben besprochenen Dioritlaterits (II der letzten Tabelle) mit dem Bauxit von Garbenteich bei Giessen nach Will (III). Ziemlich nahe steht der Granitlaterit (ohne Quarz, I der vorhergehenden Tabelle) dem Bauxit von der Wochein nach Lill (VI), wobei aber schon grössere Differenzen zu bemerken sind. Welche Rolle im Wocheinit die Kieselsäure spielt ist noch nicht bekannt. V zeigt den kleineren Wassergehalt mancher südfranzösischer Bauxite, z. B. dessen von

1) Vergl. pag. 129, II; nach Abzug von 55,06 Quarz auf 100 berechnet.
2) Vergl. pag. 130, I.
3) 22. Ber. d. oberhess. Ges. f. Nat.- und Heilk. 1883. pag. 314.
4) L. c. Diss. pag. 30.
5) Neues Jahrb. für Mineralogie etc. 1871. pag. 940.
6) Lill, Jahrb. geol. Reichsanst. 1866. pag. 11; Spuren von K_2O, Na_2O und Li_2O.
7) Verhandlgn. geol. Reichsanst. 1878. pag. 351.
8) L. c. Diss. pag. 16.

Allauch bei Marseille nach H. St. Claire Deville, dem im Thonerdegehalt der Bauxit von der Grube Firnewald bei Giessen nahe kommt (IV nach Liebrich). Dieser kleinere Wassergehalt hängt wohl damit zusammen, dass bei diesen Bauxiten das wasserärmere Thonerdehydrat, der Diaspor, neben dem wasserreicheren, dem Hydrargillit in grösserer oder überwiegender Menge vorhanden ist.

So ist also der untersuchte Laterit von den Seyschellen im Wesentlichen dasselbe, wie der Bauxit, namentlich der vom Vogelsberg. Die Analogie der Bildung des Laterits und des Bauxits zeigt sich aber noch weiter darin, dass bei beiden eisenreiche und thonerdearme Varietäten neben den eisenarmen thonerdereichen hergehen und dass sogar in beiden Fällen neben den Aluminiumhydroxyden reine Eisenerze (Eisenhydroxyde) entstehen, die, wie schon oben erwähnt, da und dort eine gewisse technische Bedeutung besitzen. Beim Laterit sind es compakte oder zellige Eisenkonkretionen von brauner bis kirschrother Farbe, und von verschiedener Form, Ausfüllungen von Spalten und anderen Hohlräumen, rindenartige Ueberzüge und Krusten von mehr oder weniger bedeutender Dicke auf den Wänden von Spalten und Höhlungen, vielfach mit flach nierenförmiger Oberfläche etc. U. a. sind sie in neuerer Zeit von Passarge (l. c.) aus Afrika eingehend beschrieben worden. Solche Lateriteisensteine kommen auch auf den Seyschellen in und neben dem eigentlichen Laterit vor. Ueber ihre Struktur liess sich leider nichts ermitteln, da auch die feinsten Schliffe vollkommen undurchsichtig blieben. Der Bauxit ist vielfach begleitet von den rundlichen Knollen des Basalteisenststeins, wie manche Eisensteine des Laterits braun bis dunkelkirschroth mit braunem bis braunrothem Strich und nach den vorliegenden Analysen von Liebrich und anderen stets wasserhaltig. Es sind also wenigstens zum Theil rothe Hydrate, wie sie nach Passarge (l. c.) für den afrikanischen Laterit charakteristisch sind. Der Vogelsberger Basalteisenstein lässt nach Liebrich wie der Bauxit deutlich die Struktur des Anamesits erkennen und ist also nichts anderes als ein eisenreicher Bauxit. Dies sieht man auch daran, dass der letztere vielfach mit dem Basalteisenstein ver-

wachsen ist und allmählich in ihn übergeht und dass manche Knollen des Basalteisensteins, ebenfalls in allmählichem Uebergang, einen Kern von Bauxit einschliessen, sodass also der Bauxit mit einer eisenreichen Kruste umhüllt ist, was auch der Laterit vielfach in charakteristischer Weise zeigt.

Wie nahe der den Bauxit begleitende Basalteisenstein des Vogelsbergs den Eisenkonkretionen des Laterits in chemischer Hinsicht stehen könne, zeigen die Reihen VII und VIII der obigen Tabelle (pag. 139). VII giebt die Zusammensetzung einer eisenreichen Konkretion in dem aus Gesteinen der archäischen Formation entstandenen Laterit, die von dem Reisenden O. Lenz am Strande des Aestuariums von Gabun in Westafrika gesammelt und von v. John analysirt wurde. Das Unlösliche besteht aus 10,40 % Kieselsäure und 5,42 % Thon. Derartige Massen werden in jener Gegend von den Eingeborenen als Eisenerze benutzt. VIII giebt nach Liebrich die Zusammensetzung eines Basalteisensteins, der neben dem Bauxit (III der Tabelle) bei Garbenteich unweit Giessen vorkommt und der mit und neben ihm aus dem dortigen Basalt entstanden ist. Beide Eisensteine enthalten ausser dem Eisenoxyd eine nicht ganz geringe Menge Thonerde, die gleichfalls auf die Zugehörigkeit zum Bauxit, resp. zum Laterit hinweist. Das Eisenhydroxyd des Basalteisensteins dürfte nach Liebrich dem Wassergehalt und der rothen Farbe des Gesteins nach zum Theil aus Goethit, zum Theil aus Brauneisenstein bestehen und dasselbe könnte auch für den Lateriteisenstein zutreffen. In welchem Verhältniss die rothen und gelben Hydroxyde Passarges zu den genannten beiden Mineralien stehen, werden wohl dessen weitere Untersuchungen zeigen, deren eingehende Mittheilung in Bälde zu erwarten ist. Vielleicht spielt unter den rothen Hydroxyden Passarge's das wasserärmste Eisenoxydhydrat, der Hydrohämatit (oder Turgit), $H_2O \cdot 2\,Fe_2O_3$, eine Rolle.

Andere Lateriteisensteine und zwar in dem gleichfalls aus krystallinischen Schiefergesteinen entstandenen Laterit vom unteren Congo wurden von C. Klement[1]) analysirt. Ein solcher von

---

1) Mineralog. und petrogr. Mittheilungen. 8. Bd. 1887. pag. 24.

brauner Farbe ergab 63,08, einer von rother Farbe 52,91 % Kieselsäure in der Form von Quarz und beide stellen ein Eisenhydroxyd von der Zusammensetzung des Brauneisensteins, $3 H_2O . 2 Fe_2O_3$ dar, das neben zahlreichen sonstigen Bestandtheilen in durchweg ganz geringen Mengen im ersteren 2,30 %, im letzteren 4,13 % Thonerde enthält.

Etwas ganz Aehnliches ist der eingangs erwähnte Laterit von Rangun, der vom Captain James analysirt wurde. Dieser scheidet einen in Säuren löslichen Theil von einem unlöslichen. Der erstere besteht fast ganz aus Eisenoxyd mit etwas Thonerde. Der letztere ist im Wesentlichen Kieselsäure und zwar zum grössten Theile höchst wahrscheinlich Quarzsand, wie man wohl aus den Mittheilungen von James schliessen muss, demzufolge von den 37,456 % Kieselsäure 30,728 % erst nach dem Schmelzen löslich sind. Im Einzelnen giebt er die folgenden Zahlen an:

Löslich:		Unlöslich:	
Eisenoxyd	46,279	Kieselsäure (in Alkali löslich)	6,728
Thonerde	5,783		
Kalk	0,742	Kieselsäure (erst nach Schmelzen löslich)	30,728
Magnesia	0,090		
Kieselsäure	0,120	Kalk, Eisen und Thonerde	2,728
	53,014	Wasser, Alkalien und Verlust	6,802
			46,986

Gesammtsumme: 100,000.

Nach dem Thonerde- und Eisenoxydgehalt steht die sog. »rothe Erde« von den Bermudas, eine dem Laterit zum mindesten sehr nahe verwandte Bildung, zwischen dem Laterit und dem Lateriteisenstein in der Mitte. Der Mittheilung von J. H. Lefroy[1]) zufolge ist sie folgendermassen zusammengesetzt:

---

1) Vergleiche Israel Cook Russel, Subaërial decay of rocks. Bull. U. S. geol. Surey. Nr. 52. 1889. pag. 29.

Wasser	18,265
Kieselsäure (Sand)	45,156
Eisenoxyd	13,898
Thonerde	15,473
Kalk	3,948
Kohlensäure	2,533
Schwefelsäure	Spur
Chlor	Spur
Magnesia	0,539
Kali	0,133
Natron	0,007
Phosphorsäure	0,704
	100,656

Auch hier ist die Kieselsäure ausdrücklich als Sand bezeichnet. Diesen abgerechnet bleibt für die rothe Erde der Bermudas im Wesentlichen die Zusammensetzung eines Aluminium- resp. Eisenhydroxyds, das durch kleine Mengen anderer Bestandtheile, namentlich durch kohlensauren Kalk und Phosphate, nach der Spur Chlor zu schliessen vielleicht zum Theil Apatit, verunreinigt ist. Jedenfalls reicht die vorhandene Kohlensäure nicht aus, allen Kalk in Calciumcarbonat überzuführen, so dass noch genug Kalk für den Apatit übrig bleiben würde.

6. Vergleich der Laterit- und der Bauxitbildung mit anderen Umwandlungsvorgängen.

Die Entstehung des Laterits aus den Gesteinen der Seychellen etc. und die des Bauxits aus den besagten Anamesiten des Vogelsbergs und anderer Gegenden (andere Ursprungsgesteine als Basalt kommen ja hier nicht in Betracht) ist also nach den obigen Auseinandersetzungen derselbe Vorgang, Laterit und Bauxit, die Resultate dieser Umwandlungsprocesse, sind dasselbe. Beide sind im Wesentlichen unreiner Hydrargillit, der durch Entfernung der Kieselsäure und der Alkalien aus jenen ursprünglichen thonerdehaltigen Gesteinen entsteht unter Beibehaltung der Gesteinsstruktur und unter gleichzeitiger Bildung von Eisensteinen (Eisenhydroxyden) in mehr oder weniger grosser Menge. Dieser Process steht im Gegensatz zu der Bildung des Verwitterungslehms theilweise aus denselben Gesteinen, bei der unter vollständiger Zerstörung der Struktur des ursprünglichen Gesteins und ohne

Ausscheidung von Eisenhydroxydmassen unter Beibehaltung der Kieselsäure, aber Wegführung der alkalischen Bestandtheile ein Aluminiumhydrosilikat (Thon) entsteht, das sich auch durch seine Plasticität wesentlich von dem niemals plastischen Laterit resp. Bauxit unterscheidet.

Die Laterit- und Bauxitbildung ist also ein Auslaugungsprocess und nicht etwa, wie Liebrich neuerdings für den Bauxit anzunehmen geneigt scheint, eine Bildung von Hydrargillitkonkretionen aus der aus dem Anamesit ausgelaugten Thonerde. Die deutlich erhalten gebliebene Anamesitstruktur des Bauxits vom Vogelsberg etc., deren erste Beobachtung gerade ein Verdienst von Liebrich ist, lässt jenen unzweideutig als ein Umwandlungsprodukt erkennen und nicht als Konkretionen, die eine ganz andere Beschaffenheit haben müssten.

Dass Kieselsäure bei der Bauxitbildung aus dem Anamesit weggeführt worden ist, zeigen die zahlreichen unregelmässig rundlichen hellbraunen bis gelblichen, an der Oberfläche mehr oder weniger zerborstenen Hornsteinknauern, die am Vogelsberg überall den Bauxit in Menge begleiten. Sie sind zweifellos nichts anderes, als die bei der Bauxitbildung aus dem Anamesit ausgelaugte Kieselsäure, die sich in dieser Form aus den bei der Umwandlung jenes Gesteins gebildeten, Kieselsäure enthaltenden Lösungen wieder abgesetzt hat. In der Begleitung des Laterits sind derartige Hornsteinknollen oder andere Kieselmineralien bisher noch nicht erwähnt worden. Sie liegen auch von den Seyschellen nicht vor, ebensowenig enthalten die Hydrargillitaggregate neugebildeten Quarz eingeschlossen. Doch ist auf jene unscheinbaren aber immerhin in dem angegebenen Sinne nicht unwichtigen Gebilde bisher vielleicht nur nicht genügend geachtet worden. In Indien scheinen allerdings nach den Mittheilungen von Medlicott und Blanford (l. c. pag. 361) Kieselsäuremineralien im Laterit gänzlich zu fehlen, doch wären weitere Nachforschungen hierüber erwünscht. Ueberhaupt könnten Reisende, welche die Heimathsgebiete des Laterits besuchen, sich um die genauere Kenntniss dieses so wichtigen Gesteins ein grosses Verdienst erwerben, wenn sie dem Erwähnten ihre besondere Aufmerksamkeit zu Theil werden liessen und die An- resp. Abwesenheit solcher Hornsteinknauern oder anderer Kiesel-

säuremineralien im Laterit ausdrücklich und mit Bestimmtheit heit feststellten.

Man wird, um die Wegführung der Kieselsäure aus den in Laterit resp. Bauxit übergehenden Gestein zu erklären, in erster Linie an alkalische Lösungen irgend welcher Art zu denken haben, sofern nicht schon durch die in die Gesteine eindringenden Tagewässer aus den Bestandtheilen der ersteren selbst lösliche Alkalisilikate gebildet und mit dem Wasser fortgeführt werden, so dass Kieselsäure und Alkalien gleichzeitig aus den sich zersetzenden Gesteinen verschwinden. Der specielle Nachweis im Einzelnen bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Saure Lösungen würden im Gegensatz zur Lateritbildung eher die Thonerde etc. auflösen und wegführen und die Kieselsäure zurücklassen. In dieser Weise stellt sich Liebrich die Bauxitbildung vor. Er nimmt an, dass Schwefelsäure die Thonerde auflöst und fortführt und sie anderwärts in Form von Konkretionen wieder ablagert. Dass die Bauxite aber eben nicht als Konkretionen aufgefasst werden dürfen, wurde eben hervorgehoben.

Jedenfalls wird man aber bei der Erklärung der Lateritbildung nicht mehr so ausschliesslich wie bisher die Verhältnisse der heissen und feuchten Gegenden zwischen den Wendekreisen in's Auge zu fassen haben. Sicher ist es, dass zur Lateritbildung nicht der grössere Salpetersäuregehalt der Luft nothwendig ist, der sich zwischen den Wendekreisen infolge der starken elektrischen Entladungen heftiger tropischer Gewitter bildet, denn nach den Mittheilungen von Dr. Brauer sind Gewitter auf den Seyschellen selten und ausnahmslos schwach. Allerdings scheinen die in den Tropen obwaltenden Umstände Gesteinszersetzungen, wie den hier in Rede stehenden, günstiger zu sein als die in höheren Breiten, denn die über viele Tausende von Quadratmeilen verbreitete Lateritbildung der Tropen ist ein Vorgang, mit dem sich die weitaus beschränktere Bauxitbildung gemässigter Gegenden an Wichtigkeit nicht entfernt vergleichen lässt. Indessen auch die letztere ist durchaus nicht ohne Bedeutung, da auch sie an zahlreichen Stellen und über weite Strecken beobachtet ist. Auch ist wohl zu erwarten, dass man denselben Umwandlungsprocess — Wegführung der Kieselsäure und der eventuell

vorhandenen Alkalien und Hinterlassung der Sesquioxyde des Aluminiums und des Eisens unter Konservirung der Struktur des ursprünglichen thonerdehaltigen Silikatgesteins — in unseren Gegenden gleichfalls noch öfter antreffen und ihn auch bei uns an anderen Gesteinen als am Basalt finden wird, wenn man ihm erst eine speciellere Aufmerksamkeit zu Theil werden lässt. A. Streng hat schon im Jahre 1887 bei der Besprechung der Umwandlung des Vogelsberger Basalts in Bauxit etc. die Vermuthung geäussert[1]), dass auch bei der Verwitterung anderer Gesteine sich Aluminiumhydroxyd bilden und den übrigen Verwitterungsprodukten beimengen werde und meinte, es liesse sich dadurch die Eigentümlichkeit mancher Bodenarten erklären, aus den Lösungen gewisser Salze diese letzteren niederzuschlagen (Absorptionsvermögen der Bodenarten). In der That hat man in neuerer Zeit mehrfach Diaspor und Hydrargillit unter den Zersetzungsprodukten des Feldspaths mancher Gesteine gefunden, und zwar sind diese Vorkommnisse wahrscheinlich gar nicht so selten, sie wurden aber häufig verwechselt mit Kaolin.[2]) U. A. beobachte Lacroix[3]) den Diaspor in verwitterten Gneiss- und Granitauswürflingen im Basalttuffe der Haute-Loire. Selten ist nur die Ausbildung der bei der Gesteinsumwandlung neu entstandenen Thonerdehydrate in einer Form, dass man sie mit Sicherheit erkennen und nachweisen kann. Uebrigens liefert nicht nur der Feldspath Thonerdehydrate, sondern, wie wir gesehen haben und wie auch schon Thugutt bemerkt, ebenso sonstige thonerdehaltige Gesteinsgemengtheile, wie Hornblende, Augit, Glimmer und andere.

Dass auch bei der Verwitterung anderer Gesteine, als Basalte, in unseren Breiten Kieselsäure weggeführt werden kann, so dass Sesquioxyde mit der Struktur des betreffenden Gesteins zurückbleiben, zeigt u. A. die Umwandlung vieler devonischer

---

1) Zeitschr. dtsch. geol. Ges., 39. 1887. pag. 621.

2) Vergl. u. a. S. J. Thugutt, N. Jahrb. f. Min. etc., Beil. Bd. 9. 1895. pag. 621; Rosenbusch, Physiographie, 3. Aufl., 1. Bd. pag. 432 und 698. 1892 etc.

3) Bull. soc. min. de France, Bd. 13. 1890. pag. 7.

Schalsteine des rheinischen Schiefergebirgs in Eisenoxyd und -Hydroxyd. Das Gefüge des Schalsteins und auch seine Petrefakten bleiben dabei vollständig erhalten. Das hinterbliebene Sesquioxyd ist hier allerdings überwiegend das des Eisens, dem aber auch Thonerde keineswegs ganz fehlt. Jedenfalls hat dieser Umwandlungsprocess grosse Aehnlichkeit mit der Bildung des Laterits resp. Bauxits und stimmt in allen wesentlichen Punkten überein mit der Bildung des den Bauxit begleitenden Basalteisensteins.

Zunächst ist aber vor allem noch festzustellen, ob sich alle Laterite, auch die von anderen Gegenden ebenso verhalten wie die von den Seyschellen, ob also der Laterit überall ein Thonerdehydrat, im Wesentlichen einen unreinen Hydrargillit darstellt. Dazu ist besonders die chemische Untersuchung möglichst zahlreicher mikroskopisch geprüfter und nach ihrem Ursprungsgestein genau bekannter Lateritproben von den verschiedensten Gegenden nöthig, wobei namentlich der Ermittlung der Rolle der etwa darin gefundenen Kieselsäure die grösste Aufmerksamkeit zuzuwenden ist. Die Aufgabe der Mineralchemie und der chemischen Geologie wird es dann sein, festzustellen, unter welchen Umständen thonerdehaltige Silikatgesteine unter Beibehaltung wenigstens eines Theiles der Kieselsäure in Thonerdesilikate (Kaolin, Thon etc.), unter welchen anderen Verhältnissen sie unter Abgabe ihrer gesammten Kieselsäure in Thonerde- resp. Eisenhydroxyde (Laterit, Bauxit etc.) übergehen. Als besonders lehrreich dürften sich dabei die Stätten der Bauxitbildung am Vogelsberg erweisen, wo die Bauxit- und Basalteisensteinbrocken in einem gleichfalls durch Verwitterung basaltischer Gesteine gebildeten Thone liegen, wo also an derselben Stelle beide Processe vor sich gegangen sind.

Der Gedanke liegt hier nicht fern, dass die Bauxite sich hier zur Tertiärzeit gebildet haben, zu einer Zeit, als in der erwähnten Gegend ein tropisches Klima geherrscht hat und dass die Bauxitbildung aufhörte, als das frühere warme Klima allmählich in das jetzige kältere überging. Der Bauxit würde dann den Laterit früherer geologischer Zeiten darstellen und die Processe, die zu der Entstehung der Thonerdehydrate aus thonerdehaltigen

Silikatgesteinen (Basalten) führten, würden nach wie vor auf Gegenden mit tropischem Klima beschränkt bleiben. Die Beobachtungen von Thugutt etc., von denen oben die Rede war, scheinen aber doch darauf hinzuweisen, dass die Bildung von Thonerdehydraten (Hydrargillit und Diaspor) bei der Verwitterung von Thonerdesilikaten, und also wohl die Bauxitbildung, in unseren Breiten auch jetzt noch vor sich geht.

In derselben Sitzung (8. Dezember 1897) berichtete Herr Rudolf Schenck über:

Stoechiometrische Untersuchungen an flüssigen Krystallen.

Im Jahre 1888 entdeckte Reinitzer gelegentlich der Untersuchung der Derivate des Cholesterins bei dem Benzoësäureester dieser Verbindung eine eigentümliche Erscheinung. Die Substanz zeigte scheinbar zwei Schmelzpunkte, sie schmolz bei 145,5^0 zu einer trüben Flüssigkeit, die bei 178^0 plötzlich klar wurde. Die trübe Flüssigkeit blieb unter gekreuzten Nicols hell, ist also doppelbrechend. Lehmann bestätigte die Beobachtungen Reinitzers und fand, dass isolierte Tröpfchen der trüben Flüssigkeit, wenn sie in einer anderen Flüssigkeit schweben, die Structur von Sphaerkroystallen annehmen.

Das gleiche Verhalten beobachtete er später bei einigen von Gattermann hergestellten Azoxykörpern, dem Azoxyanisol, dem p-Azoxyphenetol und einer dritten Verbindung, bei welcher die Azoxygruppe einerseits mit dem Anisol- andererseits mit dem Phenetolrest verbunden ist.

Wir haben also bei diesen Körpern neben einer gewöhnlichen isotropen Phase eine weitere flüssige Phase, welche als krystallinisch angesehen werden muss; es schien mir möglich mit Hilfe dieser krystallinischen Flüssigkeiten oder flüssigen Krystalle die molekulartheoretische Frage nach der Beschaffenheit der Krystallmoleküle zu lösen; eine Frage, welche in der letzten Zeit die physikalischen Chemiker mehrfach beschäftigt hat.

Es war früher fast allgemein die Anschauung verbreitet, dass die Moleküle der Flüssigkeiten und der krystallisierten

Körper aus Aggregaten von chemischen Molekülen beständen und dass der Unterschied der Aggregatzustände auf eine verschiedene Grösse dieser Molekularcomplexe zurückzuführen ist.

Ramsay und Shields haben gezeigt, dass für Flüssigkeiten das Gegenteil die Regel ist, dass das Molekulargewicht bei den weitaus meisten flüssigen Körpern mit dem im gasförmigen oder gelösten Zustand übereinstimmt. Es zeigten sich zwar Ausnahmen bei den hydroxylhaltigen organischen Verbindungen, bei den Alkoholen und fetten Säuren. Diese Körper zeigen jedoch das Bestreben auch im gasförmigen Zustand complexe Moleküle zu bilden.

Ueber die Molekulargewichte krystallisierter Körper liegen nur wenig Untersuchungen vor; sie sind sämmtliche ausgeführt an isomorphen Mischungen, die nach van t'Hoff als feste Lösungen angesehen und auf die die Gesetze der verdünnten Lösungen angewendet werden. F. W. Küster untersuchte Gemische von β-Naphtol und Naphtalin und fand, dass beide das doppelte des chemischen Molekulargewichts haben. Fock berechnete aus den Versuchen von Muthmann, Kuntze und Herz für phosphorsaures und arsensaures Kali das einfache, für Kaliumpermanganat und Kaliumchlorat das doppelte des chemischen Molekulargewichtes.

Einheitliche Krystalle waren der Untersuchung bisher unzugänglich. Es schien mir nun die Existenz der flüssigen Krystalle für diese Frage von besonderer Wichtigkeit zu sein, da sie als Flüssigkeiten die Anwendung der Methode gestatten, die man sonst für die Molekulargewichtsbestimmung flüssiger Körper zu verwenden pflegt.

Diese Methode beruht darauf dass der Temperaturcoefficient der molekularen Oberflächenenergie für normale nicht associirte Flüssigkeiten eine constante Zahl $k = 2{,}12$ ist. Die molekulare Oberflächenenergie ist das Produkt aus Oberflächenspannung γ und der molekularen Oberfläche $(M \cdot v)^{\frac{2}{3}}$. Die Oberflächenspannung γ wird berechnet aus der capillaren Steighöhe, der Dichte der Flüssigkeit und den Dimensionen der Capillare.

Die Dichten der Flüssigkeiten mussten für verschiedene Temperaturen bestimmt werden. Ich habe diese Messungen

ausgeführt, es ergab sich dabei, dass der Uebergang aus der trüben krystallinischen in die klare isotrope Flüssigkeit mit einer Volumzunahme verknüpft ist.

Die capillaren Steighöhen wurden nach der Methode von Ramsay und Shields untersucht, die in einigen Punkten modificiert wurde. Es wurden Messungen bei verschiedenen Temperaturen sowohl an den isotropen, wie an den krystallinischen Flüssigkeiten ausgeführt und die Temperaturcoefficienten der molekularen Oberflächenenergie berechnet. Es ergab sich:

	p-Azoxyanisol.	p-Azoxy-phenetol.	Cholesteryl-benzoat.
krystallinische Phase.	$k = 2{,}16$; 2,18	2,38	0,068
isotrope Phase.	2,28;	2,43	1,55

Wir sehen also dass abgesehen vom Cholesterylbenzoert ein wesentlicher Unterschied in den Constanten beider Phasen nicht zu finden ist, wir schliessen daraus, dass das Molekulargewicht der krystallinischen Körper von dem der Flüssigkeiten und Gase nicht verschieden zu sein braucht.

Der Uebergang aus der krystallinischen Phase in die isotrope ist ferner verbunden mit einer Wärmetönung.

Der Umwandlungspunkt wird wie der Schmelzpunkt durch Auflösen fremder Substanzen in der isotropen Phase heruntergedrückt. Unter der Voraussetzung, dass die krystallinische Phase nichts von dem zugesetzten Körper löst, gilt die von van t'Hoff aufgestellte Beziehung

$$\varDelta = 0{,}02 \frac{T^2}{u}, \quad u = 0{,}02 \frac{T^2}{\varDelta}$$

wo $\varDelta$ die molekulare Depression des Umwandlungspunktes
T die absolute Temperatur " "
u die Umwandlungswärme bedeutet.

Beim p-Azoxyanisol wurde die molekulare Depression des Umwandlungspunktes bestimmt und im Mittel zu 750,2 gefunden. Daraus berechnete sich, da $T = 573 + 134{,}1$

$$u = 4{,}42 \text{ cal.}$$

Man kann das Verfahren auch umgekehrt benutzen zur Bestimmung des Molekulargewichts der gelösten Substanz. Da die Depression so ausserordentlich gross ist, kann man gewöhnliche in Zehntelgrade geteilte Thermometer für die Messungen benutzen, die Methode empfiehlt sich namentlich für Substanzen mit hohem Molekulargewicht.

Löst man in dem p-Azoxyanisol einen der übrigen Körper, welche ebenfalls flüssige Krystalle zu bilden vermögen, so beobachtet man nicht ein Sinken, sondern ein Steigen des Umwandlungspunktes und zwar stimmt bei einer Auflösung von p-Azoxyphenetol in p-Azoxyanisol der beobachtete Umwandlungspunkt mit dem nach der Mischungsregel berechneten sehr nahe überein. Wir müssen nach den bestehenden Erfahrungen an festen Krystallen annehmen, dass wir es hier mit einer isomorphen Mischung von p-Azoxyanisol und p-Azoxyphenetol zu thun haben; dass also bei den flüssigen Krystallen in ganz derselben Weise wie bei starren Isomorphismus vorkommt.

Die beobachteten Daten gestatten für p-Azoxyanisol eine Berechnung der Erhöhung, welche der Umwandlungspunkt durch Druck erfährt. Die mechanische Wärmetheorie liefert die Beziehung

$$\frac{dp}{dT} = \frac{T.(V-V')}{u}$$

für eine Atmosphäre beträgt die Erhöhung 0,076°.

Zum 6. November 1897, dem Tage seines 50 jährigen Docentenjubiläums, begrüsste die Gesellschaft

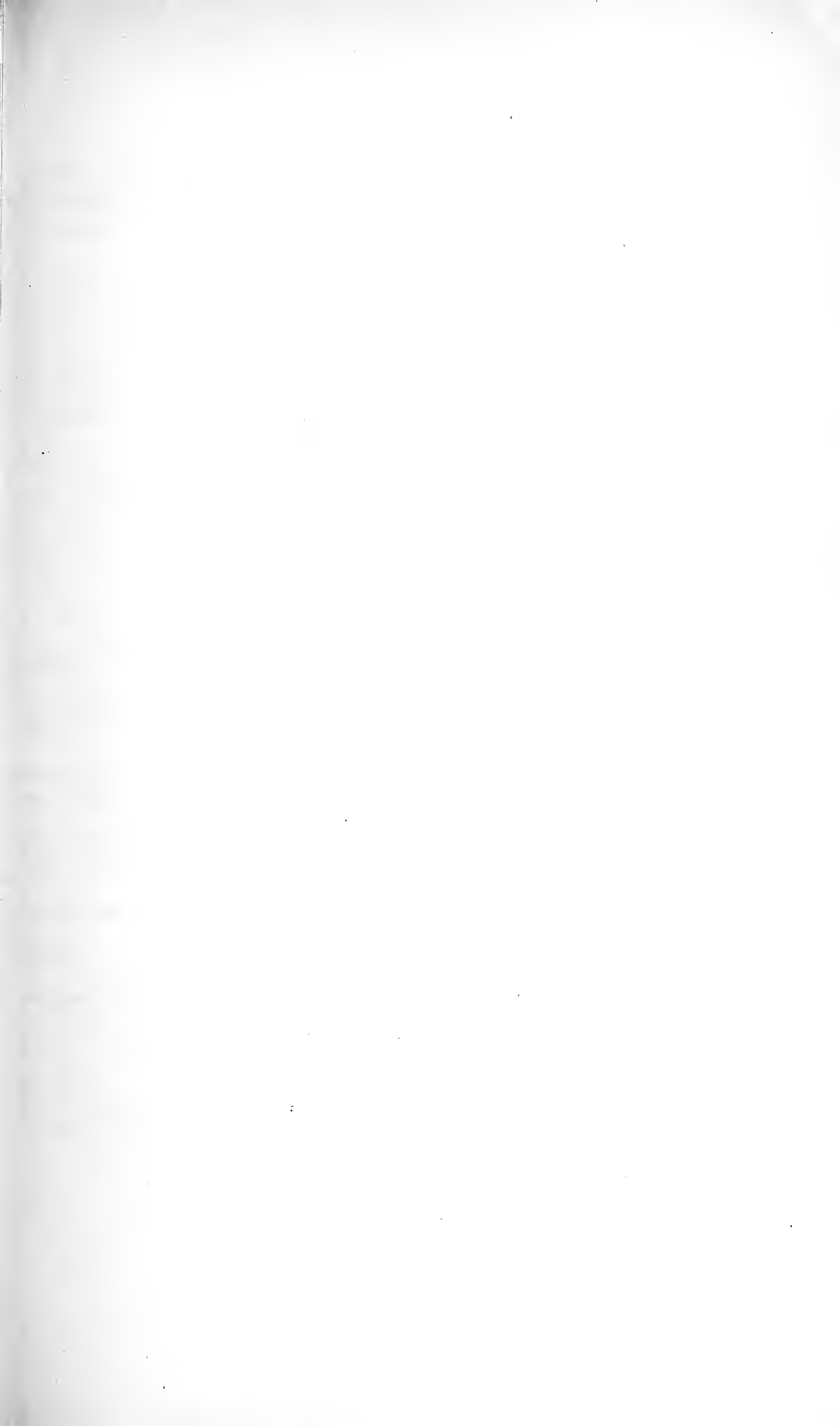
Herrn Rudolf Virchow in Berlin

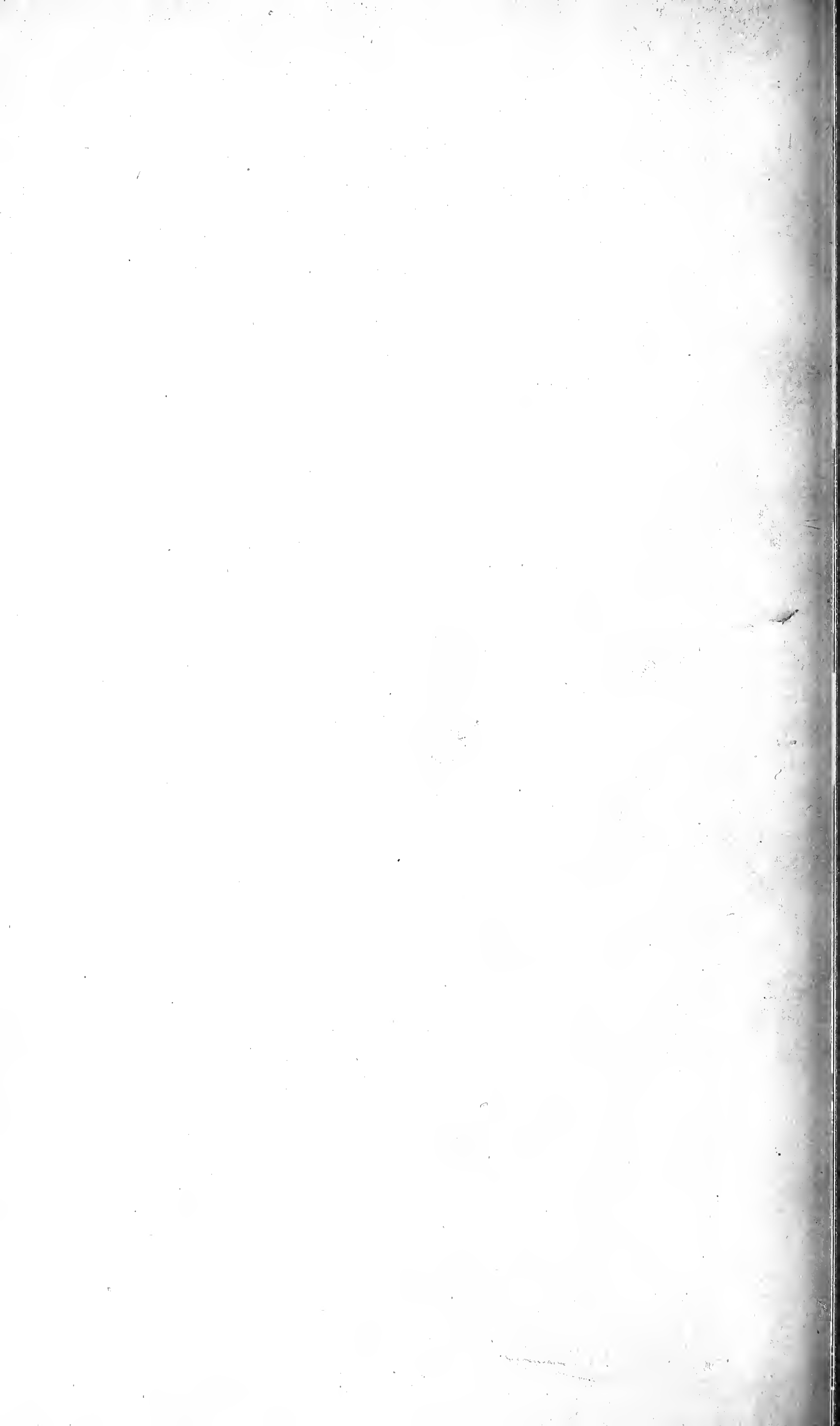
in einem Glückwunschschreiben und wählte denselben zum Ehrenmitglied der Gesellschaft.

Am 8. Dezember wurde der zweite Arzt der hiesigen Irrenheilanstalt, Herr Privatdocent Dr. Albert Buchholz zum ausserordentlichen Mitglied der Gesellschaft erwählt.

Von eingegangenen Schriften waren aufgelegt:

Verhandlungen des medicinisch-naturhistorischen Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. V. Heft 5. Heidelberg 1897.
Jahresberichte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Jahrg. 53. Stuttgart 1897.
Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München. XII. Heft 1—3. München 1897.
Berichte der bayrischen botanischen Gesellschaft. Bd. V. München 1897.
Leopoldina. Heft XXXIII. Nr. 7—10.
Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle a. S. 1897. Halle 1897.
Jahresbericht über die Verwaltung des Medicinalwesens in Frankfurt a. M. Frankfurt a. M. 1897.
Berichte der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M. Frankfurt a. M. 1897.
Abhandlungen herausgegeben v. d. Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M. Bd. 23. Heft 4. Frankfurt a. M. 1897.
74. Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur nebst Partsch, Litteraturbericht der Landes und Volkskunde. Breslau 1897.
Sitzungsberichte der Isis in Dresden. 96^2, 47^1. Dresden 1897.
Jahresbericht des Vereins für Naturkunde in Zwickau 1896. Zwickau 1897.
Sitzungsberichte der naturforschenden Gesellschaft in Leipzig. Jahrg. 22. u. 23. 1895/96. Leipzig 1897.
Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 70. Heft 1—2. Leipzig 1897.
Abhandlungen der naturhistorischen Gesellschaft in Nürnberg. Bd. X. Heft V. (1896). Nürnberg 1897.
Verhandlungen des naturhist. Vereins der pr. Rheinlande, Westfalens etc. Jahrg. 53. 2. Heft. Bonn 1896.
Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn 1896. 2. Hälfte. Bonn 1897.
Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. Bd. IX. 2. Heft. Danzig 1897.





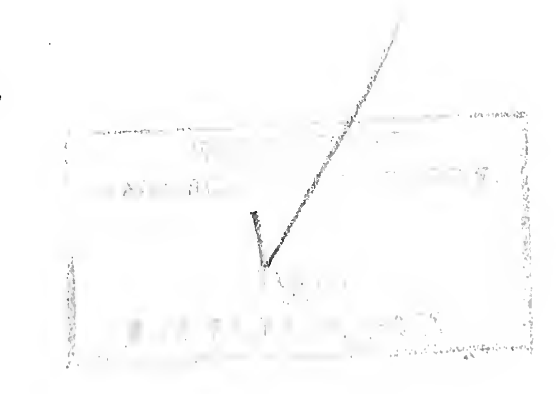
Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.



Jahrgang 1898.

MARBURG.
Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).
1899.

Sitzungsberichte

der

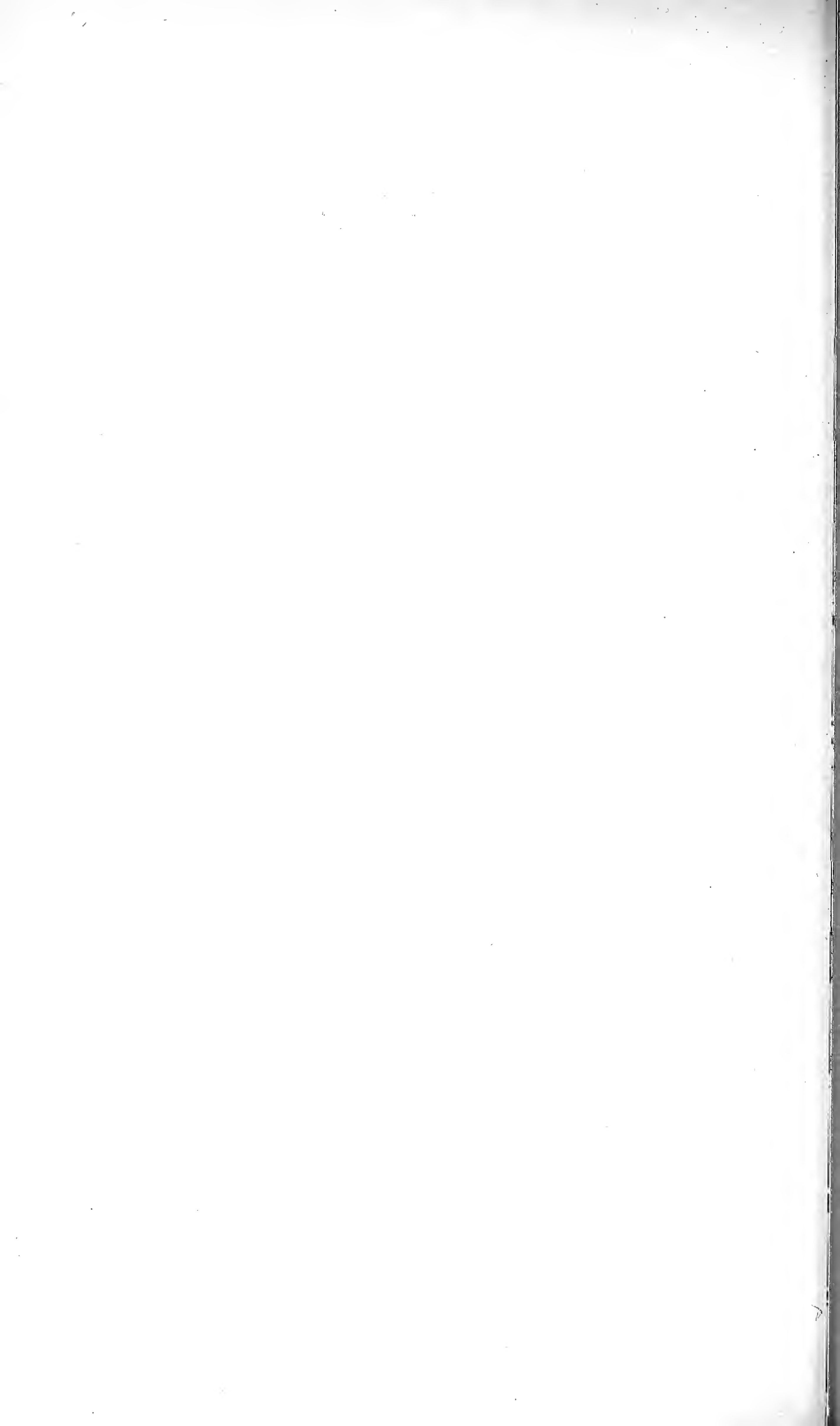
Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

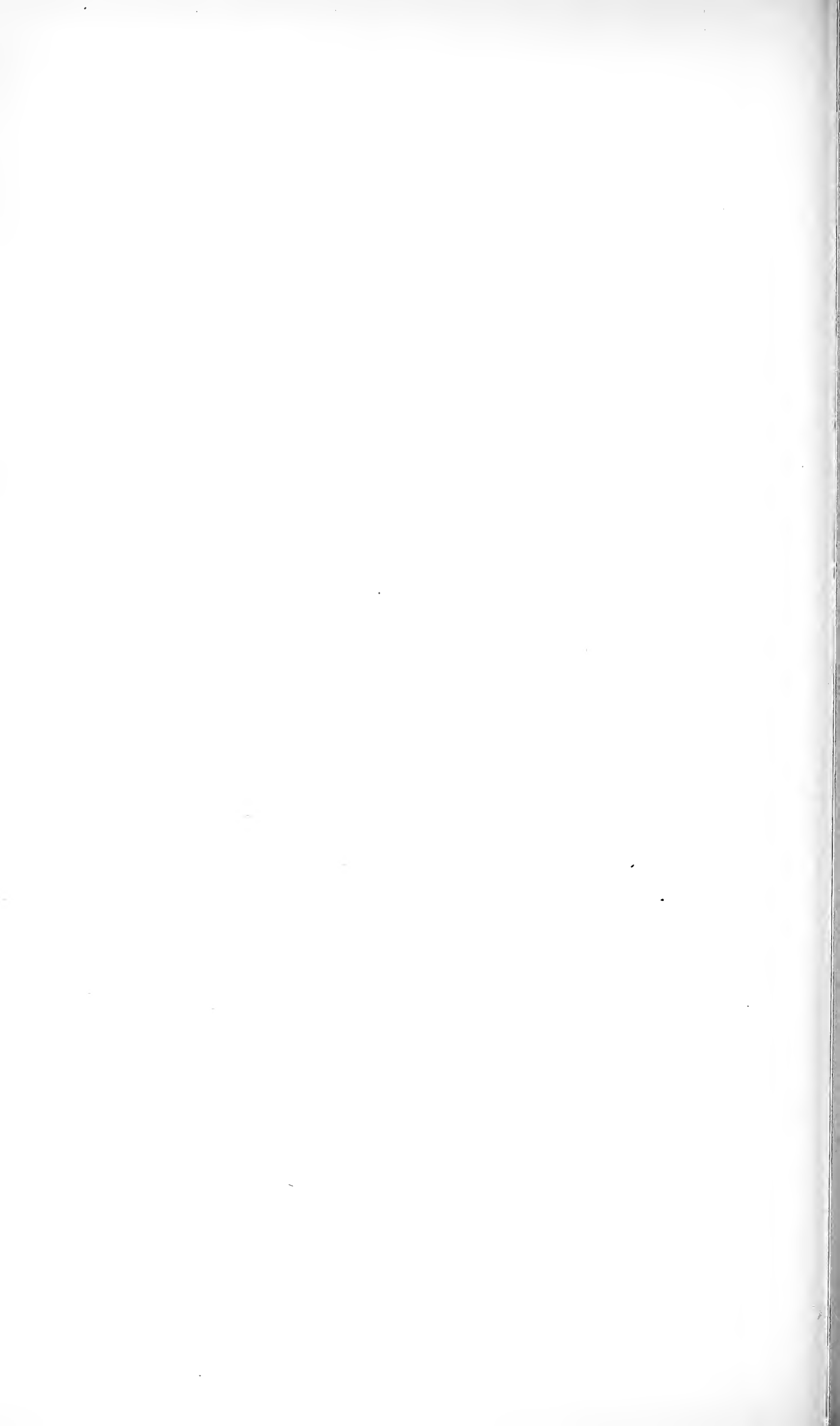
Jahrgang 1898.

MARBURG.
Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).
1899.



Inhalts-Angabe.

Druckfehler: S. 58, Zeile 14 v. u. lies »nicht nur für« anstatt »nicht für«.



Verzeichniss der Mitglieder*)

(am Schluss des Jahres 1898).

Ehrenmitglieder.

v. Kölliker, Albert, Dr. med., o. Prof. der Anatomie, wirkl. Geheimrath, Würzburg . . . . 6. 7. 97.

Virchow, Rudolf, Dr. med., o. Prof. der pathologischen Anatomie, Geh. Med.-Rath, Berlin . . . . 1. 11. 97.

Bunsen, Robert Wilhelm, Dr. phil., o. Prof. d. Chemie, wirkl. Geheimrath, Heidelberg . . . . 15. 6. 98. (O. M. 14. 11. 39.)

Einheimische Mitglieder.

A. Ordentliche.

Ahlfeld, Friedrich, Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rath . . . . 11. 7. 83.

Bauer, Max, Dr. phil.. o. Prof. d. Mineralogie, Geh. Reg.-Rath 11. 3. 85.

Behring, Emil, Dr. med., o. Prof. d. Hygiene, Geh. Med.-Rath 15. 5. 95.

Disse, Joseph, Dr. med., a.o. Prof. d. Anatomie u. Prosector 13. 11. 95.

Fischer, Theobald, Dr. phil., o. Prof. der Geographie . . . 28. 11. 83.

Feussner, Wilhelm, Dr. phil.. a.o. Prof. der Physik . . . 14. 7. 81. (10. 6. 69.)

Gasser, Emil, Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Geh. Med.-Rath 27. 1. 88. (16. 7. 74.)

Hess, Edmund, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik 21. 6. 78. (16. 7. 74.)

Hess, Karl, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie . . . . 11. 11. 96.

v. Heusinger, Otto, Dr. med., a.o. Prof. der gerichtl. Med., Geh. San.-Rath 16. 5. 66. (25. 4. 60.)

Kayser, Emanuel, Dr. phil., o. Prof. der Geologie . . . . 13. 1. 86.

Kohl, Friedrich Georg, Dr. phil., a.o. Prof. der Botanik . . 13. 11. 95. (6. 8. 84.)

Korschelt, Eugen, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie . . . . 26. 7. 93.

---

*) Die Daten bedeuten den Tag der Ernennung, die in Parenthese gesetzten Daten den Tag der Ernennung zum ausserordentlichen Mitglied.

Kossel, Albrecht, Dr. med., o. Prof. der Physiologie . . . 15. 5. 95
Küster, Ernst, Dr. med., o. Prof. d. Chirurgie, Geh. Med.-Rath 4. 11. 91.
Lahs, Heinrich, Dr. med., a.o. Prof. der Gynäkologie . . . 13. 1. 75. (16. 2. 70.)
Mannkopff, Emil, Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., Geh. Med.-Rath 8. 5. 67.
Marchand, Felix, Dr. med., o. Prof. der path. Anat., Geh. Med.-Rath . . . . 28. 11. 83.
Meyer, Hans, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie . . . 11. 3. 85.
Meyer, Arthur, Dr. phil., o. Prof. der Botanik . . . . . . 4. 11. 91.
Melde Franz, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Geh. Reg.-Rath 4. 5. 64. (12. 6. 60.)
Müller, Friedrich, Dr. med.. o. Prof. der inneren Med. . . 26. 7. 93.
Ostmann, Paul, Dr. med., a.o. Prof. der Otologie . . . . 13. 11. 95.
Rathke, Bernhard, Dr. phil., a.o. Prof. der Chemie . . . . 14. 3. 84.
Schmidt, Ernst, Dr. phil., o. Prof der pharmaceut. Chemie, Geh. Reg.-Rath . . . . 11. 3. 85.
Schottky, Friedrich, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik . . 15. 5. 95.
Tuczek, Franz, Dr. med., o. Prof. der Psychiatrie 15. 5. 95. (14. 3. 90.)
Zincke, Theodor, Dr. phil., o. Prof. d. Chemie, Geh. Reg.-Rath 13. 1. 76.

B) Ausserordentliche.

Brauer, August, Dr. phil., Priv.-Doc. der Zoologie . . . . 17. 6. 96.
Buchholz, Albert, Dr. med., Priv.-Doc. der Psychiatrie . . 8. 12. 97.
Dietrich, Theodor, Dr. phil., Prof., Director d. landwirthschaftl. Versuchsstation . . . . 15. 1. 96.
v. Drach, Alhard, Dr. phil., a.o. Prof. der Mathematik . . 11. 7. 66.
Enderlen, Eugen, Dr. med., Priv.-Doc. der Chirurgie . . . 10. 2. 97.
Fritsch, Paul, Dr. phil., Priv.-Doc. der Chemie . . . . . 24. 4. 96.
Gadamer, Johannes, Dr. phil., Priv.-Doc. d. pharmaceut. Chemie 9. 3. 98.
Kutscher, Friedrich, Dr. med., Assistent am physiol. Institut 16. 2. 98.
Meisenheimer, Johannes, Dr. phil., Volontär-Ass. am zool. Inst. 16. 2. 98.
Nebelthau, Eberhard, Dr. med., a.o. Prof. der inneren Med. 15. 5. 95.
Noll, Alfred, Dr. med. . . . . 16. 2. 98.
Ochsenius, Carl, Dr. phil., Consul a. D. . . . . 28. 6. 77.
Saxer, Franz, Dr. med., Priv.-Doc. der path. Anat. . . . 11. 11. 96.
Schaum, Carl, Dr. phil., Priv.-Doc. der physik. Chemie . . 11. 8. 97.
Schenck, Rudolf, Dr. phil., Priv.-Doc. der physik. Chemie . 11. 8. 97.
v. Schmidt, Carl, Dr. phil., Prof. em. der Chemie . . . . 21. 3. 79.
Tönniges, Carl, Dr. phil., Assistent am zoolog. Institut . . 16. 2. 98.
Weidenmüller, Carl, Dr. phil., Gymn.-Oberlehrer, Prof. . . 14. 4. 82.
Wernicke, Erich, Dr. med., a.o. Prof. der Hygiene . . . . 10. 2. 97.
Zumstein, Jacob, Dr. med., Priv.-Doc. der Anatomie, Prof., 2. Prosector . . . . 16. 2. 98.

Auswärtige Mitglieder.*)

Axenfeld, Theodor, Dr. med., o. Prof. d. Ophthalmologie, Rostock (15. 1. 96.)
Barth, Adolf, Dr. med., a.o. Prof. der Otologie, Leipzig . . 4. 11. 91.
Barth, Arthur, Dr. med., Prof., Oberarzt, Danzig . . . . (13. 11. 95.)
Böhm, Rudolf, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Geh. Med.-Rath, Leipzig . . . . 20. 5. 81.
Braun, Ferdinand, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Strassburg (8. 2. 78.)
Braun, Heinrich, Dr. med., o. Prof. der Chirurgie, Geh. Med.-Rath, Göttingen . . . . 14. 3. 90.
Brauns, Reinhard, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Giessen (27. 1. 88.)
v. Büngner, Otto, Dr. med., Prof., Dir. d. Landkrankenh. Hanau (1. 5. 92.)
Busz, Karl, Dr. phil., a.o. Prof. der Mineralogie, Münster . (19. 6. 95.)
Claus, Karl, Dr. phil., o. Prof. em. der Zoologie, Wien . . 10. 2. 64. (8. 2. 58.)
Dohrn, Rudolf, Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rath, Kiel . . . . 10. 2. 64.
Falk, Ferdinand August, Dr. med., a.o. Prof. der Pharmakologie, Kiel . . . . 28. 4. 75.
Fraenkel, Karl, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Halle . . . 4. 11. 91.
Fürstenau, Eduard, Dr. phil., Stadtschulrath, Berlin . . . (25. 4. 60.)
Goebel, Karl, Dr. phil., o. Prof. der Botanik, München . . 27. 1. 88.
v. Hauer, Franz, Ritter, Hofrath, Wien . . . . (3. 2. 56.)
Hermann, Theodor, Dr. phil., Hanau . . . . (2. 7. 68.)
v. Koenen, Adolf, Dr. phil., o. Prof. der Geologie, Geh. Reg.-Rath, Göttingen 28. 4. 75. (10. 6. 69.)
Küster, Fr. Wilh., Dr. phil., Prof. d. physik. Chemie, Breslau (26. 7. 93.)
Mannel, Gottfried, Dr. med., Geh. Hofrath, Arolsen . . . (31. 8. 64.)
Pfannkuch, Wilh., Dr. med., pract. Arzt, Cassel . . . . . (17. 1. 72.)
Pfeffer, Wilhelm, Dr. phil., o. Prof. der Botanik, Geh. Hofrath, Leipzig . . . . (27. 4. 71.)
Plate, Ludwig, Dr. phil., Priv.-Doc. der Zoologie, Prof., Berlin (27. 1. 88.)
**Rehn, Joh. Heinrich*, Dr. med. San.-Rath, Frankfurt a. M. . 26. 11. 80.
Rein, Johannes, Dr. phil., o. Prof. der Geographie, Geh. Reg.-Rath, Bonn . . . . 1. 12. 76.
Rost, Eugen, Dr. med., Hülfsarbeiter am Reichs-Gesundheitsamt, Berlin . . . . (16. 2. 98.)
Rubner, Max, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Geh. Med.-Rath, Berlin . . . . 13. 1. 86.

---

*) Die mit einem * bezeichneten sind correspondirende, die sämmtlichen übrigen ehemalige einheimische Mitglieder.

Rumpf, *Theodor*, Dr. med., Prof., Dir. des neuen allgemeinen Krankenhauses, Hamburg-Eppendorf . . . . 14. 3. 90.
Schell, Wilhelm, Dr. phil., Prof. der Mathematik, Geh. Hofrath, Karlsruhe 29. 4. 57. (13. 2. 56.)
Schmidt-Rimpler, Hermann, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie, Geh. Med.-Rath, Göttingen . . . . 15. 11. 71.
Schneider, *Justus*, Dr. med., San.-Rath, Dir. des Landkrankenh. Fulda . . . . (12. 12. 66.)
Schottelius, *Max*, Dr. med., o. Prof. d. Hygiene, Freiburg i. B. (11. 7. 79.)
Siemens, Friedrich, Dr. med., Geh. Med.-Rath, Dir. der Landesirrenanstalt Lauenburg i. P. . . . . (19. 12. 79.)
v. Sobieranski, Wenzel, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie. Lemberg . . . . (19. 6. 95.)
**Speck, Carl*, Dr. med., San.-Rath, Kreis-Physik., Dillenburg 5. 4. 71.
Strahl, Hans, Dr. med., o. Prof. der Anatomie, Giessen . . 27. 1. 88. (14. 12. 80.)
Study, *Eduard*, Dr. phil., o. Prof. d. Mathematik, Greifswald (14. 3. 90.)
Uhthoff, Wilhelm, Dr. med., o. Prof. d. Ophthalmologie, Breslau 4. 11. 91.
Weber, *Heinrich*, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Reg.-Rath, Strassburg . . . . 11. 3. 85.
Weiss, Otto, Salinen-Director, Geh. Bergrath, Nauheim . . (16. 5. 72.)
Wüllner, *Adolf*, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Geh. Reg.-Rath, Aachen . . . . (8. 12. 58.)

Der Vorstand.

F. Marchand, Vorsitzender. *O. v. Heusinger*, Ständiger Schriftführer.

Engerer Ausschuss.

E. Hess, Stellvertretender Vorsitzender, *M. Bauer*, *E. Kayser*.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 1 — Januar — 1898

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 19. Januar 1898 sprach Herr Ostmann:

Über die Reflexerregbarkeit des Musculus tensor tympani durch Schallwellen und ihre Bedeutung für den Höract.[1]

Mit einer Arbeit aus dem Gebiet der Pathologie des Gehörorgans beschäftigt, sah ich mich vor die bisher ungelöste Frage gestellt, welchen Zwecken die Binnenmuskeln des Ohres dienen, insbesondere ob bezw. welche Bedeutung sie für den Höract haben.

Die Ansichten bezüglich dieses Punktes gehen noch heute trotz mannigfacher Bestrebungen, die Wahrheit zu finden, weit auseinander, wie schon ein Blick in die Lehrbücher der Physiologie von Brücke und Herrmann ohne Weiteres zeigt.

Theils von anatomischen Betrachtungen, theils von Versuchsergebnissen am Präparat oder Beobachtungen willkürlicher Bewegung der Binnenmuskeln, inbesondere der Musc. tensor tympani ausgehend glaubten die Einen, den Muskeln die Fähigkeit, Bewegungen hervorzurufen, überhaupt absprechen zu müssen (Magnus); sie schienen nichts Anderes als elastische Bänder des Schallleitungsapparates zu sein, welche durch ihren

1) Die tabellarischen Nachweise zur Arbeit werden im Arch. f. Anat. u. Physiologie von His, Braune, Du Bois-Reymond, Physiol. Abth. veröffentlicht werden.

elastischen Zug die Stabilität der Knöchelchenkette erhöhten; Andere vermutheten in den Muskeln Schutzapparate gegen zu starke Schallwellen, Andere wieder hielten die Muskeln für Accommodationsapparate, durch deren Mitwirkung das Trommelfell in veränderte und zwar in die für das Mitschwingen jeweilig beste Spannung versetzt werde.

Bei einem solchen Stande der wissenschaftlich hochinteressanten Frage schien es werth, bei ihr zu verweilen und unter Berücksichtigung aller bisher gefundenen objectiven Thatsachen durch neue Untersuchungsmethoden eine Lösung der schwebenden Frage zu versuchen.

Das, was wir hören wollen und müssen, soll anders unser Verkehr mit der Aussenwelt ein unbeengter sein, sind Geräusche und Töne bezw. Klänge. Die ersteren haben insbesondere für das scharfe Erfassen der Sprache die bei weitem höhere Bedeutung.

Die Untersuchungen über die Mechanik des Trommelfells haben gezeigt, dass das sehr stark gedämpfte Trommelfell in hohem Maasse geeignet ist zur Aufnahme und Fortleitung von Geräuschen, und dass jede beträchtlichere Eigenschwingung desselben nur dazu führen könnte, die Perception des für das Sprachverständniss wichtigsten Theils der menschlichen Sprache, der Consonanten, zu erschweren. Töne und Klänge von einiger Dauer würden dagegen leichter percipirt, wenn das Trommelfell jeweilig durch Muskelwirkung diejenige Spannung annehmen würde, bei der es am leichtesten im Sinne des anklingenden Tones oder Klanges mitschwingt. Indess ein gutes Sprachverständniss scheint ein solches Postulat der Accommodation oder sagen wir der Anpassung des Trommelfells für Töne und Klänge schon theoretisch nicht unbedingt zu fordern.

Diese einfachen Thatsachen führen zu der von Brücke[1]) vertretenen Anschauung, dass wahrscheinlich der ganze Apparat der Gehörknöchelchen in Rücksicht auf das Trommelfell mehr als Dämpfer dient, als dass er zur Accommodation desselben für Töne von verschiedener Höhe verwendet werde.

---

1) Lehrbuch. Wien 1881. pag. 227.

Dieser Anschauung stand bisher die von Hensen gefundene und im grossen Ganzen von Bockendahl bestätigte Thatsache gegenüber, dass beim curarisirten Hund der Musc. tensor tympani durch Schallschwingungen reflectorisch erregt wird. Für einen Jeden, der Curarewirkung kennt, enthält diese Thatsache zunächst einen unlösbaren Widerspruch. Ich werde später zeigen, wie dieser Widerspruch sich löst; damit aber auch die Thatsache der reflectorischen Erregung des Muskels bei den genannten Versuchen in sich zusammenstürzt.

Um eine sichere Grundlage für die sachgemässe Beurtheilung dieser divergenten Anschauungen sowohl als für eigene Fortarbeit zu gewinnen, wollen wir methodisch vorgehen und zunächst fragen, welche Wirkung hat der ruhende Musc. tensor tympani durch seine natürliche tonische Spannung auf die bei der Schallübertragung zum Labyrinth stattfindenden Bewegungen der Knöchelchen?

Die Spannung der Sehne des Musc. tensor tymp. ist nicht gering; man fühlt und hört dies bei der Durchschneidung derselben beim Lebenden. Nach der Trennung erhöht sich die Beweglichkeit des Hammergriffs und Trommelfells um ein Beträchtliches; der Zuwachs entfällt zum grössten Theil auf die Bewegung dieser Theile nach aussen. Der natürliche Zug der Musc. tensor tymp. bedingt eine gewisse Bewegungsbeschränkung des Hammers und Trommelfells und somit der Gehörknöchelchenkette überhaupt. Kessel[1]) beobachtete bei seinen Versuchen am Präparat eine Vergrösserung der Hammerkopfschwingungen um ein Viertel nach Durchschneidung der Sehne des Muskels, während Bezold[2]) nach der Tenotomie eine Zunahme fast ausschliesslich der Auswärtsbewegung des Apparates constatirte; aber auch nach Ausfall des Zuges der Tensorsehne, sagt er an gleicher Stelle, reicht die übrige Befestigung der Leitungskette hin, um dieselbe in ihrer Ruhelage relativ zum Incursionsmaximum zu erhalten. Für die Schallübertragung scheint dies von wesentlichster Bedeutung zu sein; denn durchschneidet man in einem normal hörenden

1) Arch. f. O. Bd. 8, pag. 89.
2) Arch. f. O. Bd. 16, pag 1 u. f.

Ohr die Sehne des Trommelfellspanners, so wird die Hörschärfe nicht herabgesetzt. Dies zeigt ein von Kessel[1]) mitgetheilter, in sich etwas dunkler, aber nach dieser Richtung voll verwerthbarer Fall. Wohl aber trat Hyperästhesie und zwar nur für Töne des oberen Tonbereichs auf; wir werden sehen, dass diese Thatsache sich aus der von mir gefundenen Wirkung des Musc. tensor tymp. erklärt. Aus Vorstehendem folgt:

1. Das Vorhandensein des Musc. tensor tymp. ist von unwesentlichem Belang für die Feinheit des Gehörs;

2. Ausfall seiner Wirkung macht das Ohr gegen hohe Töne überempfindlich;

3. Er verringert die Bewegungsfähigkeit des schallleitenden Apparats, insbesondere des Hammers und Trommelfells nach aussen; er ist ein kräftiger Schutz gegen übermässige Bewegungen nach dieser Richtung.

Die Resultate 1 und 2 geben schon wichtige Fingerzeige, in welche Richtung die Untersuchung zu leiten ist.

Vielleicht ergeben sich noch weitere Anhaltspunkte hierfür aus der Betrachtung, wie nach den bisher gewonnenen Thatsachen die Contraction des Musc. tensor tymp. 1. mechanisch, 2. akustisch wirkt.

Die mechanische Wirkung der Contraction des Musc. tensor tymp. auf den Schalleitungsapparat ist mehrfach am Präparat (Politzer, Lucae, Helmholtz), wie auch am eben getödteten, aber noch reaktionsfähigen Hund untersucht worden (Politzer). Es hat sich ergeben, dass die mechanische Wirkung des Muskelzuges eine sehr ausgedehnte ist; sie ist nicht allein auf die Paukenhöhle beschränkt, sondern reicht in das Labyrinth hinüber. Wird ein Zug an dem Muskel ausgeübt, so wird gleichzeitig die Spannung sämmtlicher Befestigungsbänder der Gehörknöchelchenkette vermehrt (Helmholtz[2]), die Zähne des Hammer-Amboss-Sperrgelenks greifen fester ineinander, das Trommelfell spannt sich straffer und durch Hineindrängen der Steigbügelplatte gegen den Vorhof wird der Laby-

---

1) Archiv f. O. Bd. 31, pag. 138; s. auch A. f. O. Bd. 37, pag 137.

2) Mechanik der Gehörknöchelchen und des Trommelfells.

rinthdruck erhöht (Politzer). Dieser Vorgang erschwert die Erregung der letzten Nervenenden des Corti'schen Organs in doppelter Weise: durch erschwertes Mitschwingen der Knöchelchenkette und erschwerte Mitbewegung der Labyrinthflüssigkeit.

Ersteres wird erwiesen durch folgende Versuche:

Reizt man unmittelbar nach der Tödtung am abgetrennten Hundekopf intracraniell den Trigeminus, in dessen kleiner motorischen Portion vielleicht die Fasern für den Musc. tensor tympani gesucht werden müssen (Politzer, Kolliker[1]), so tritt bei zugeleiteten Schallschwingungen eine erhebliche Verminderung der Trommelfellschwingungen ein, so zwar, dass, wenn beispielsweise die Grösse der Excursion eines am Hammergriff befestigten Fühlhebels drei Linien betrug, dieselbe auf etwa eine Linie vermindert wird (Politzer[2]). Gleichartige Resultate wurden erzielt, wenn an Präparaten durch künstlichen Tensorzug die Spannung des Trommelfells erhöht wurde; die Amplitude der Schwingungen wurde kleiner (Lucae[3]), oder wenn an Präparaten mit angeseilten Muskeln während Tensorzuges die Bewegungen von Trommelfell und Gehörknöchelchen stroboskopisch beobachtet wurden. Die stroboskopischen Bewegungen am vorderen Trommelfellabschnitt wurden sistirt, am hinteren auf einen Bruchtheil der früher vorhandenen reducirt (Kessel[4]). Die von hohen Tönen herrührenden Schwingungen erschienen relativ weniger beeinflusst (Mach und Kessel[5]).

Mit Rücksicht auf diese Versuche am todten Ohr sagt Hensen[6]), sie könnten über die Function des lebenden Muskels noch nicht entscheiden, zur Auffindung derselben seien wir auf die Hypothese und den directen Versuch angewiesen. Dies erscheint mir nur halb richtig. Solche Versuche können zwar nicht über die Function des lebenden Muskels entscheiden, aber

1) Gewebelehre, pag. 288.
2) A. f. Ohrenheilk. Bd. I, pag. 69 u. ff.
3) A. f. Ohrenheilk. Bd. I, pag. 311.
4) A. f. Ohrenheilk. Bd. VIII, pag. 89.
5) Wiener Sitzungsberichte. 1872.
6) Physiologie des Gehörs in Hermann's Handbuch der Physiologie, pag. 61. Leipzig 1880.

wenn wir im Lebenden den Muskel bei directem Versuch functioniren sehen, so sind ihre Ergebnisse der Faden, der uns zur Wahrheit leitet, nicht die Hypothese, wie ich dies an Hensen's Hypothese zeigen werde. Denn mechanisch wird auch der lebende Muskel nie anders wirken können, als der durch intracranielle Reizung erregte.

Zu zweit wird Tensor-Contraction die Mitbewegung der Labyrinthflüssigkeit mit den Bewegungen der Steigbügelplatte erschweren; denn die Erhöhung des Labyrinthdruckes, welche von Politzer durch intracranielle Reizung des Trigeminus experimentell bewiesen ist, muss die Uebertragung kleinster Druckschwankungen auf das Labyrinth erschweren. Wir sehen einen ganz ähnlichen Vorgang zuweilen bei Steigerung des Schädelinnendrucks und nachfolgend des Labyrinthdrucks bei Tumoren der Schädelhöhle. Der steigende Labyrinthdruck wird von steigender Schwerhörigkeit begleitet.

Das einheitliche Resultat aller Untersuchungen bezüglich der mechanischen Leistung der Tensor-Contraction ist somit, dass durch dieselbe das Mitschwingen des Trommelfells und die Fortleitung der Schallschwingungen durch die Gehörknöchelchenkette erschwert wird. Als akustischen Effect sollten wir demnach erwarten, dass das Ohr bis zu einem gewissen Grade schwerhörig gemacht wird.

In wie weit bestätigen dies die bezüglich des akustischen Effects der Tensor-Contraction vorliegenden Beobachtungen?

„Der akustische Erfolg einer Steigerung der Paukenfellspannung", sagt Fick, „muss nach den Principien der Mechanik der sein, dass die Membran überhaupt weniger stark mitschwingt, besonders aber muss das Mitschwingen mit langsamen Schwingungen beeinträchtigt werden. Die Theorie fordert also, dass die Vermehrung der Paukenfellspannung die Empfindung aller Töne, inbesondere aber die der tiefen Töne vermindert."

Diese Theorie ist auf den endgültigen akustischen Effekt der Tensorwirkung beim Lebenden vielleicht nicht unmittelbar anwendbar, wenngleich sie gut mit unseren Erwartungen bezüglich desselben übereinstimmt; denn, wie wir sehen, spannt der Tensor bei seinem Zuge nicht allein das Trommelfell, sondern

er führt gleichzeitig eine ganze Reihe anderer Veränderungen im Mittelohr und Labyrinth herbei, die den schliesslichen akustischen Effect im Lebenden möglicherweise anders gestalten, als dies die theoretische Betrachtung der Trommelfellmechanik erwarten lässt. So sehen wir denn auch, dass, soweit Versuche am Präparat in Frage kommen, die Theorie mit den Versuchsergebnissen übereinstimmt, da es sich in ihnen wesentlich um Veränderung des Tones bei veränderter Trommelfellspannung handelt; sobald aber am Lebenden der akustische Effect der willkürlichen Tensor-Contraction geprüft wird, ergiebt sich kein einheitliches und mit der Theorie stets übereinstimmendes Resultat.

Versuche an Präparaten sind vornehmlich von Politzer und Lucae ausgeführt worden.

Auskultirte Politzer[1]) am abgeschnittenen noch reactionsfähigen Hundekopf durch einen in die Wand der Paukenhöhle eingelassenen Auskultationsschlauch das Mittelohr, so zeigte sich, dass während intracranieller Reizung des Trigeminus ein durch Luftleitung zugeleiteter Stimmgabelton auffallend abgedämpft und schwächer gehört wurde, die Obertöne dagegen deutlicher hervortraten.

Wenn Lucae[2]) das Mittelohr eines Präparates von der Tuba auskultirte und durch einen vom Knochen zugeleiteten Stimmgabelton die Luft der Pauke in Schwingungen versetzte, so wurde der Ton abgeschwächt gehört, sobald durch Verdichtung der Luft im äusseren Gehörgang die Spannung des Trommelfells vermehrt wurde. Da bei der Versuchsanordnung alle anderen Verhältnisse ausser der Spannung des Trommelfells unverändert blieben, so darf die Dämpfung des Tones auf die vermehrte Spannung des Trommelfells zurückgeführt werden.

In beiden Versuchen stimmt somit die Theorie mit den Versuchsergebnissen völlig überein. Vermehrte Paukenfellspannung bedingt Abschwächung der Töne, insbesondere der tiefen, wie Politzers Versuch im Besonderen zeigt.

---

1) Arch. f. Ohrenheilk. Bd. I, pag. 69 u. ff.
2) Arch. f. Ohrenheilk. Bd. I, pag. 313.

Die Versuche an Personen, welche willkürlich ihren Musc. tensor tympani zu contrahiren vermochten, zeigen keineswegs ein gleichartiges akustisches Ergebniss.

Lucae[1]) hat im Ganzen fünf Personen untersucht.

Von den vier zuerst Untersuchten bemerkte nur eine, Dr. v. H., eine geringe Dämpfung des Grundtones während der willkürlichen Contraction des Muskels; die übrigen drei hörten im Gegentheil tiefe Stimmgabeltöne verstärkt. Dieses letztere der Theorie keineswegs entsprechende Ergebniss hat sich Lucae dadurch zu erklären versucht, dass durch die bei Tensor-Wirkung gleichzeitig auftretende Zunahme des Labyrinthdruckes im inneren Ohr eine Veränderung hervorgerufen wird, „welche den Einfluss der Spannungsänderung des Trommelfells, besonders auf die Perception tieferer Töne nicht allein wieder aufhebt, sondern letztere sogar zu fördern im Stande ist."

Bei dem fünften von ihm untersuchten Fall zeigte die Stimmgabeluntersuchung, dass die Dämpfung mit der zunehmenden Höhe der Stimmgabeltöne abnahm, indess für c^4 eine Verstärkung eintrat. Ein weiterer, gut beobachteter Fall ist von Politzer[2]) mitgetheilt worden. Die Hörweite für die Uhr von rechts 4′ 6″ und links von 9′ wurde bei dieser Person während der Contraction des Tensor rechts um 6″, links um 3′ herabgesetzt; ein Stimmgabelton wurde während der Contraction dumpfer und schwächer, die Sprache auffallend dumpfer gehört; tiefe Töne von Pfeifen bei rasch aufeinanderfolgenden Zuckungen wie staccatirt, hohe dagegen um ¼ Ton höher wahrgenommen. Die letzte Beobachtung ist von Schapringer[3]) an sich selbst gemacht worden. Bei der Contraction des Tensor verschwanden Töne bis zu etwa 70 Schwingungen ganz, von da erschienen sie geschwächt und leerer in der Klangfarbe, bei noch höheren Tönen verlor sich diese Erscheinung unmerklich und Stimmgabeltöne der drei gestrichenen Octave erschienen einige Male

1) Arch. f. Ohrenheilk. Bd. I, pag. 316; Bd, III, pag. 202. Berlin. klin. Wochenschr. 1874 Nr. 14 und 1886 Nr. 32. Arch. f. Ohrenheilk. Bd. 24, pag. 226.

2) Arch. f. Ohrenheilk. Bd. IV, pag. 28.

3) Wiener Sitzungsberichte. 1870. pag. 571.

bei nicht forcirter Spannung selbst verstärkt. Die höheren Partialtöne der musikalischen Klänge und anderweitiger Geräusche drängten sich ihm beim Einziehen des Trommelfells augenblicklich auf; beim Nachlassen der Anstrengung verloren sie ihre Auffälligkeit.

Diese Versuche führen uns weder in der Erkenntniss, ob der Tensor sich beim gewöhnlichen Hören contrahirt, noch wie die als möglich gedachte Contraction beim Höract akustisch wirkt, einen Schritt vorwärts, weil beim gewöhnlichen Hören unzweifelhaft keine tetanische Contraction des Musc. tensor tymp. auftritt. Die tetanische Contraction bedingt ein tiefes schnurrendes Muskelgeräusch, welches wir beim Hören niemals wahrnehmen, und welches, wie Schapringer seinen Schilderungen hinzufügt, bei ihm so heftig war, dass er im Beurtheilen der Intensität der Töne sehr beirrt war.

Angenommen also, der Tensor wirkte, indem er sich contrahirt, beim gewöhnlichen Hören mit, so müsste doch der Contractionsvorgang ein entschieden anderer sein; es könnte sich, wie schon Hensen geschlossen hat, allein um eine einmalige Zuckung handeln.

Nimmt man an, dass alle diese subjectiven Beobachtungen durchaus richtig sind, was nach dem freimüthigen Zugeständniss Schapringers wohl immerhin angezweifelt werden kann, so würde sich ergeben, dass tetanische Contraction des Tensor bei verschiedenen Personen akustisch verschieden wirkt, vorwiegend aber musikalische Töne und Klänge abdämpft, unser Ohr, wie aus den Mittheilungen Politzers hervorgeht, für hohe Geräusche, Uhrtiken, wie für die Sprache unempfindlicher macht. Verwerthbar wäre somit allein das Resultat, dass tetanische Contraction des Tensor akustisch vorwiegend so wirkt, wie die mechanische Betrachtung seiner Wirkung erwarten lässt, nämlich hinderlich für die Wahrnehmung der in der Musik und in der Sprache vorwiegend vertretenen Tonhöhen und für Geräusche etwa der viergestrichenen Octave.

Dieses Resultat zusammengehalten mit dem, welches man aus der Untersuchung der Mechanik des Trommelfells und der mechanischen Leistung des Trommelfellspanners gewonnen hatte,

hätten eigentlich ganz von dem Gedanken einer, wie Hensen[1]) meint, a priori anzunehmenden Thätigkeit der Binnenmuskeln des Ohres beim Hören abführen müssen. Denn die sich daraus ergebende Vorstellung, dass in einem sonst so äusserst fein und zweckmässig construirten Sinnesorgan wie das Ohr ein Apparat eingeschaltet sein sollte, welcher in dem Moment, wo das Sinnesorgan in Action tritt, die Schärfe des Sinnesorgans vermindert, steht mit allen unseren sonstigen Erfahrungen in einem derartigen Widerspruch, dass nur die zwingendsten Gründe uns dazu führen könnten, an eine derartige paradoxe Erscheinung zu glauben; für diese paradoxe Anschauung lag und liegt aber auch heute noch kein anderer Grund vor, als eben die nach Hensen a priori anzunehmende Thätigkeit der Binnenmuskeln des Ohres beim Hören.

Der Vergleich mit dem Auge hat offenbar immer wieder zu solcher aprioristischen Annahme geführt, wobei man sich indess anscheinend nicht recht klar gemacht hat, dass man bei Untersuchungen über die Accommodation des Ohres, so wie man sie supponirte, nach etwas ganz Anderem suchte, als vergleichsweise die Accommodation für das Auge leistet.

Das Auge ist im Ruhezustand für eine unendliche Entfernung eingestellt und bedarf eines besonderen Apparates, um auch aus endlicher Entfernung kommende Strahlen auf der Netzhaut zu einem scharfen Bilde zu vereinigen. Das Resultat ist eine Erweiterung der räumlichen Grenzen des deutlichen Sehens, aber nicht der Sehleistung für Lichtstrahlen verschiedener Schwingungsdauer.

Wollen wir also im Gehörorgan nach Apparaten suchen, welche der Leistung des Accommodationsapparates des Auges entsprechen, so müssen wir nicht nach Apparaten suchen, welche Schallwellen verschiedener Schwingungsdauer zur deutlichen Wahrnehmung bringen, wie dies so häufig geschehen ist, sondern nach solchen, denen wir zunächst nach ihrer mechanischen Leistung die Fähigkeit zuerkennen müssen, die räumlichen Grenzen des Hörfeldes zu erweitern, oder was dasselbe sagt, das Ohr für

---

1) Phys. des Gehörs in Hermanns Handb. des Phys. 1880. pag. 63.

Schallschwingungen jeglicher Art aber von geringerer Amplitude noch reizbar zu machen, als sie von dem ruhenden, nicht accommodirten Sinnesorgan noch als Reiz empfunden werden.

Ich hoffe in einer weiteren Abhandlung darthun zu können, dass das Ohr einen solchen Apparat besitzt, aber man darf ihn nicht im Musc. tensor tymp. suchen, der dem Irisverengerer in soweit entspricht, als derselbe durch reflectorische Contraction das Auge vor schädlicher Blendung schützt. Aber selbst nach dieser Richtung ist die Wirksamkeit des letzteren noch unmittelbarer und umfangreicher wie die des Trommelfellspanners.

Alle vorerwähnten Versuche mit ihren nach bestimmter Richtung hinweisenden Ergebnissen haben jedoch den Gedanken nicht abwenden können, dass der Musculus tensor ein Accommodationsmuskel sei und Hensen[1]) hat zur Beweisführung vor einer Reihe von Jahren neue Wege eingeschlagen.

Er ist hierbei genau so vorgegangen, wie er es später in seiner Physiologie des Gehörorgans als einzig möglich zur Auffindung der Wahrheit bezeichnet hat; er hat eine Hypothese und einen directen Versuch gemacht. Betrachten wir zunächst die Hypothese.

Sie besagt: Der Tensor kann sich, wenn überhaupt, nur durch Zuckungen am Höract betheiligen, weil bei tetanischer Contraction störendes Muskelgeräusch auftritt. Diese Zuckungen könnten den Sinn haben, das Trommelfell, welches durch seine natürliche Steifigkeit und starke Dämpfung für die Aufnahme von Consonanten und Geräuschen gut geeignet erscheint, durch Spannung zur Aufnahme von Vokalen geeigneter zu machen, indem durch die Spannung die Dämpfung relativ vermindert wird und sich dadurch das Verhältniss umkehrt. Es lässt sich vermuthen, dass der Muskel im Anfang jeder Sylbe zuckt.

Eine einfache Folgerung aus dem Gedankengange Hensen's ist die, dass die reflectorische Contraction des Tensor nur dann den Höract fördern wird, wenn allein periodische, nicht aber auch aperiodische Schallschwingungen den Muskel

1) Beobachtungen über die Thätigkeit des Trommelfellspanners bei Hund und Katze. A. f. Anat. u. Physiol.; Physiol. Abth. von His, Braune und Du Bois-Reymond. 1878. pag. 312 u. ff.

reflectorisch erregen. Dass Hensen in seinen Ueberlegungen zunächst nur an eine Verbesserung des Vokalgehörs durch Tensor-Zuckung gedacht hat, beweisen seine Ausführungen, wie er sich die reflectorische Wirkung des Muskels bei dem Worte „Pracht“ vorstellt und Anderes mehr.

Zwei Voraussetzungen aber, welche diese Hypothese macht, über deren Nichtzutreffen bezw. Unwahrscheinlichkeit sich Hensen indess an dem 1878 schon vorliegenden Material hätte orientiren können, zeigen von vornherein die innere Unwahrscheinlichkeit derselben.

Sie setzt voraus:

1) eine bedeutende Kraftleistung des Tensor;
2) ein ständiges Uebersehen der Trommelfell-Bewegungen durch die supponirte Tensor-Wirkung beim Hören.

Ersteres trifft nicht zu; letzteres ist unwahrscheinlich.

Die Kraft des Muskels können wir an thatsächlichen Beobachtungen abmessen; sie ist relativ als bedeutend anzuschlagen, weil der Tensor ein gefiederter Muskel ist; gegenüber der dem Muskel von Hensen zugemutheten Leistung indess verschwindend klein.

Politzer[1]) berichtet von Dr. A., dass er seinen Tensor willkürlich contrahiren konnte. Geschah dies mehrmals in einer Sekunde, so konnten nach 5—6 Sekunden keine Contractionen weiter hervorgebracht werden, weil ein Gefühl von Ermattung im Ohr eintrat, welches erst nach ½—1 Minute schwand, nach welcher Zeit dann die Zuckungen abermals willkürlich erregt werden konnten. Bei der manometrischen Messung der Grösse der Excursionen des Trommelfells zeigte sich, dass „nach mehreren rasch aufeinander folgenden Zuckungen die Excursionsgrösse des Tröpfchens etwas abnahm.“ Also ausserordentlich schnelle Ermüdung bis zur vollständigen Functionsunfähigkeit. Nun denke man sich unser Ohr im täglichen Leben beim Anhören eines stundenlangen, schnellgesprochenen Vortrages und ermesse, ob man dem Musc. tensor die Kraft zuschreiben kann, in jeder Minute ungezählte Male beim Erklingen eines Vokales

1) Archiv für Ohrenheilk. Bd. IV, pag. 27.

zu zucken und am Schluss des Vortrages noch gar nicht müde zu sein. Nein, eine solche Kraft vermag der Muskel selbst bei grösster Hochachtung vor seiner Fiederung nicht zu entwickeln.

Des Weiteren berichtet Jacobson[1]) — diese Beobachtung ist erst im Jahr 1883 mitgetheilt worden —, dass ein Patient, welcher beim Zukneifen des Auges seinen Tensor mitbewegte, schnelle Muskelermüdung empfand und bei oft hintereinander wiederholtem Zukneifen des Auges immer leiser den Muskelton wahrnahm, während sich objectiv die Verminderung der Einwärtsziehung des Trommelfells bei öfterer Wiederholung des Versuches nachweisen liess.

Die zweite Voraussetzung von Hensen's Hypothese, sollte sie anders eine innere Wahrscheinlichkeit für sich haben, ist die, dass die durch Tensor-Zuckung bedingte Trommelfellbewegung stets übersehen worden ist; denn Niemand hatte und hat bis vor wenigen Wochen, wo ich sie als Erster unter besonderen Bedingungen gesehen habe, Trommelfellbewegung beim Hören durch Tensor-Wirkung beobachtet. Ein dauerndes Uebersehen einer beim gewöhnlichen Hören sich stets erneuernden, wenn auch sehr feinen Bewegung war aber an sich unwahrscheinlich.

Selbst Mach und Kessel[2]), welche am Lebenden die Schwingungen des Trommelfells beim Anlauten einer Orgelpfeife, also einer periodischen Schwingungszahl gleich der des Vokalklanges, gesehen hatten, vermochten keine Erscheinungen zu beobachten, wie man sie künstlich durch Spannung der Binnenmuskeln am Präparat hervorrufen kann.

Alles dies musste die Annahme, dass eine solche Zuckung im Anfang jeder Silbe möglicherweise bestand, von vornherein als höchst unwahrscheinlich erscheinen lassen.

Indess die Hypothese war da, und der Versuch folgte. Hensen[3]) beschreibt denselben in folgender Weise: »Die Hunde werden so schwach curarisirt (4—5 mgr Curare), dass sie nach

1) Arch. f Ohrenheilk. Bd. XIX, pag. 44.

2) Wiener Sitzungsberichte. Jahrg. 1872; Archiv f. Ohrenheilkunde. Bd. VIII, pag. 121 u. ff.

3) l. c. pag. 315.

Beendigung der Operation einigermassen zuckungs- und athmungsfähig sind. Die Theile werden hart unter dem Zungenbein bis zum Pharynx quer durchschnitten und die Bulla ossea einer Seite freigelegt.« Hierbei fand, wie sich aus einer nachträglichen Anmerkung ergiebt, eine ausgiebige Unterbindung der benachbarten Gefässe statt. »Die Bulla wird dann mit dem Trepan eröffnet und mit der Knochenzange erweitert.« In den Bauch bezw. Sehnenspiegel des Muskels wurde eine Nadel eingestochen, welche frei herausragte, indess natürlich nur locker sass.

Das zweite Experiment glückte nach Hensen's Erachten vollständig; das Resultat war: »Jeder Ton, jedes Geräusch, jede Silbe brachte die Nadel in Bewegung«; wurde der Ton angehalten, so kam sie zur Ruhe; der Muskel war allem Anschein nach erschlafft. »Jedes neue Geräusch brachte dann wieder Zuckungen.« Doch schienen dieselben auf lautes Geräusch etwas energischer zu sein nnd bei sehr leisem Geräusch konnten sie ausbleiben. Diese letztere Beobachtung erklärt sich Hensen daraus, dass der Muskel unter einer gewissen Curarewirkung stand und die Schallschwingungen durch Auftreffen auf beide Trommelfellseiten das Mitschwingen desselben ungünstig beeinflussten.

Bei einem weiteren Versuchsthier reagirte der Tensor sehr lebhaft und taktmässig auf die Schläge eines Metronoms, bis zu 108 Schlägen die Minute, während er sich durch den Ton hölzerner Orgelpfeifen sehr wenig erregbar zeigte. »Eine hohe Pfeife von 6000 Schwingungen erregte zwar den Muskel stark und noch von einem andern Zimmer aus, aber tiefere Pfeifen erregten ihn weit weniger, die Contractionen schienen kleiner zu werden, und für Pfeifen unter 200 Schwingungen blieb es zweifelhaft, ob überhaupt eine Bewegung eintrat.« »Hier scheint also,« sagt Hensen, »ein Angriffspunkt für weitere Prüfungen zu liegen.«

Die Hunde wurden dann weiter benutzt, um einige Näherungswerthe für die Zeiten des Eintritts der Zuckung zu erhalten, und ergaben die gefundenen Zahlen, »dass der Muskel zu Beginn der Tonerregung reagirt«.

»An einer noch nicht halbwüchsigen Katze konnten die am Hunde gemachten Erfahrungen bestätigt werden. Man musste

deutlich artikulirt sprechen, wenn der Muskel bei jeder Silbe zucken sollte; sprach man weniger deutlich, so fiel die eine oder andere Zuckung aus. Jedoch bei Wiederholung desselben Satzes waren es nicht wieder dieselben Worte, für welche die Zuckung ausfiel.«

»Auch bei diesem Thier zeigte sich grosse Empfindlichkeit für Orgelpfeifen über 2000 Schwingungen, Unempfindlichkeit für solche unter 100 Schwingungen. Auf solche unter 200 Schwingungen reagirte der Muskel nur, wenn man die Pfeife dicht ans Ohr hielt, dagegen bewegte er sich auf in tiefem Bass gesprochene Worte recht gut.«

Man erkennt, dass die Ergebnisse dieser Versuche, die Hensen übrigens nicht als abgeschlossen betrachtete, und aus denen er zunächst keine weiteren Schlussfolgerungen zog als die, dass sie seinen Voraussagen völlig zu entsprechen schienen, sehr wenig Gesetzmässiges erkennen lassen. Auf periodische wie aperiodische Schallschwingungen antwortete der Muskel bald mit Zuckung, bald blieb er in Ruhe, und selbst die gleichen Schallschwingungen wirkten unmittelbar hintereinander entgegengesetzt. Die am meisten einheitlichen Ergebnisse sind noch, dass eine gewisse Intensität des Schallreizes zur Erzeugung der anscheinenden Reflexzuckung erforderlich erschien, und weiter, dass hohe und sehr hohe Pfeifentöne ungleich stärker den Muskel erregten als tiefe, auf die theilweise überhaupt keine Reflexzuckung folgte.

Die Frage des Weges der Reflexactionen blieb ungelöst; um eine Art von Sehnenreflexen handelte es sich nicht. Wunderbarer Weise vermuthete Hensen, durch Stichverletzung der Schnecke, Berührung des runden Fensters und des Gehörgangs Muskelzuckungen hervorrufen zu können.

Ich stimme mit Hensen auf Grund dieses Versuchsergebnisses nicht darin überein, dass das Resultat seinen Voraussagen völlig zu entsprechen schien, nämlich dass der Tensor vermuthlich im Anfang jeder Silbe zur Verbesserung des Vokalgehörs zucke. Für mein Denken sind es überhaupt ganz eigenartige Vorstellungen, die Hensen auf die Vermuthung gebracht haben. Hören wir ihn selbst, wie er sich die Muskelwirkung bei dem

Worte »Pracht«, welches ihm in photographierter Curve vorlag, vorstellt.

»*P* braucht circa 5/200 Sekunden und *r* 0.11 Sekunden, beide also 0.13 Sekunden, so dass der Muskel völlig die Zeit gewinnen kann, sich durch den ersten Anschlag des *P* zu contrahiren, um die Wahrnehmung des auf *Pr* folgenden *a* zu erleichtern. Das *a* dauert 0,22 Sekunden, es könnte also, selbst wenn ihm nur ein *P* voranginge, der Muskel, die Reflexzeit zu 0.1 Sekunden angenommen, sich noch im Verlauf des Vokals contrahiren, um möglicherweise wieder erschlafft zu sein, wenn das *cht* eintritt.« Man mag die Worte drehen und wenden, wie man will, man kann es nur so verstehen, dass durch das Anlauten von *P* die Zuckung reflectorisch hervorgerufen werden soll, welche *a* zu Gute kommt. Wie aber, wenn statt »Pracht« »Prczystanki« oder ein anderer ähnlicher polnischer Ortsname ausgesprochen wird? Soll der Muskel dann auch zucken, oder nicht? Zuckt er, so erschwert die Zuckung, nach Hensen's eigener Anschauung über die Mechanik des Trommelfells und gemäss der von ihm angeblich gefundenen Reactionszeit des Muskels, die Perception von *rcz* und nützt für die Wahrnehmung von *y* gar nichts; zuckt er nicht, um das Hören nicht zu erschweren, dann könnten wir nur die Annahme machen, dass das Reflexcentrum es geahnt haben muss, dass dieses Mal hinter *P* nicht *ra*, sondern *rczy* folgt. Zum mindesten eine neue dunkle Stelle in den schon genügend dunklen Reflexvorgängen.

Ich habe das Gefühl, der Bann der eigenartigen Hypothese hat Hensen das einzige, zuvor hervorgehobene, einigermassen Gesetzmässige in seinen Versuchsergebnissen nicht erkennen lassen, und so ist er im Bann derselben festgehalten worden, wie sich aus den Darlegungen in seiner Physiologie des Gehörs ergiebt. Nur in soweit erscheint seine Anschauung über die reflectorische Erregung des Tensor durch Schallwellen später modificirt, dass er es für zweckmässig erachtet, »das Trommelfell beim Ertönen eines Klanges die verschiedenen Grade von Spannung durchlaufen zu lassen, weil dabei die passendste Spannung getroffen werden muss.« [1])

1) l. c. pag. 65.

Eine Erklärung, wie die von ihm gesehenen Zuckungen des Tensor zu Stande kommen, hat Hensen nicht geben können, trotzdem aber hat er die im Ganzen ganz ungesetzmässige Erscheinung als Bestätigung seiner in sich höchst unwahrscheinlichen Hypothese festgehalten.

Ich will zeigen, wodurch die Zuckungen des Tensor hervorgerufen wurden.

Cl. Bernard[1]) hat gezeigt, dass, wenn man einen Frosch mit Curare vergiftet, so dass die motorischen Nervenenden gelähmt sind, und ihre Reizung keine Muskelbewegung mehr auszulösen vermag, trotzdem auf directe Reizung des Muskels eine Zuckung desselben eintritt, die sich von der eines unvergifteten Muskels nur dadurch unterscheidet, dass die Contractionsfähigkeit des vergifteten Muskels länger anhält, als die des unvergifteten.

Sollte nun bei einem Warmblüter eine im Muskel steckende Nadel nicht auch als Reiz wirken? Aller sonstigen Erfahrung nach ohne Zweifel. Nun braucht man sich nur die sehr nahe liegende Vorstellung zu machen, dass der durch die Operation in der heftigsten Weise erschreckte und erregte Hund, dessen sensible und sensorielle Nerven intact sind, beim Ertönen eines schrillen Tones oder eines ihn sonst erregenden Geräusches die geringste Bewegung macht, die man durch kein Festhalten und Festbinden verhindern kann, so wird die im Muskel nur locker sitzende Nadel erzittern und diese Nadelbewegung ist dann der Anstoss zur Contraction. Die grosse Kraft, die der kleine Muskel in den Hensen'schen Versuchen anscheinend gezeigt hat, käme ihm dann nach Cl. Bernard von der Vergiftung. So liesse sich einerseits das einzige einigermassen Gesetzmässige in den Versuchen erklären, nämlich dass eine gewisse Intensität des Schallreizes erforderlich schien, und dass vor Allem hohe und höchste Pfeifentöne ungleich stärker als tiefe den Muskel erregten, andererseits auch die volle Ungesetzmässigkeit, dass der Muskel bei ein und demselben Wort bald zuckt bald in Ruhe

---

1) Nach Steiner, Das amerikanische Pfeilgift Curare. Habilitationsschrift. Leipzig 1877. Pag. 38.

bleibt, oder dass tiefe Pfeifentöne den Muskel nur dann, wenn man die Pfeife dicht an das Ohr hält, erregen, in tiefem Bass gesprochene Worte ihn dagegen zur promptesten Zuckung veranlassen. Der psychische Eindruck, den der schrille Ton, das im tiefen Bass gesprochene Wort auf den Hund machte, gab indirect Veranlassung zur Zuckung, indem durch Bewegung des Hundes Bewegung der Nadel auftrat und diese als Reiz wirkte. Ich hatte diese Bemerkungen kaum niedergeschrieben, als mir beim nochmaligen Durchlesen der gleich zu erwähnenden Bockendahl'schen Versuche der Beweis für die Richtigkeit dieser als möglich hingestellten Annahme mühelos zufiel. Diese Bockendahl'schen, den Hensen'schen im Wesentlichen gleichen Versuche, die unter Hensen's Leitung gemacht wurden und nach des Verfassers eigenen Worten »einen hohen Grad der Unvollkommenheit« zeigen, haben nach drei Richtungen hin einen speciellen, bezw. mehr allgemeinen Werth; wir brauchten auf sie sonst nicht näher einzugehen.

Ihr Wert liegt darin,

1) dass Bockendahl die Art der Bewegung des Trommelfells beim Hunde durch Tensor-Wirkung am Präparat richtig erkannt hat;

2) dass durch ein Zugeständnis in der Vorrede zur Arbeit und eine Aeusserung gegen Ende derselben der Beweis für die Entstehungsart der Zuckungen geliefert wird;

3) dass sie zeigen, dass es für den Erfolg wissenschaftlicher Arbeit kaum etwas Nachtheiligeres giebt, als in gänzlicher Befangenheit einer an sich höchst unwahrscheinlichen Hypothese zu arbeiten und nun (wie Bockendahl sagt) einen Befund, nämlich im Unterschied zu Hensen die tetanische Contraction des Muskels während der Schallerregung, durchaus machen zu müssen, weil er als ein logisches Postulat eben dieser Theorie erschien; was übrigens falsch ist.

So fanden sie denn wieder, was sie erwartet hatten.

Auf den zweiten Punkt muss ich hier etwas näher eingehen. Bockendahl[1]) schreibt: »Durch Hensen's Versuche, die auf Grund

---

1) Archiv für Ohrenheilk. Bd. XVI, pag. 241 u. ff.

eines rein theoretischen Raisonnements unternommen wurden, war der experimentelle Nachweis geliefert, dass der Musc. tensor tympani bei Beginn einer Tonerregung, eines Geräusches, einer Silbe mit einer Zuckung reagirt — ein Factum, welches ich bei jedem meiner Versuche zu bestätigen in der Lage war, so ungünstig sie auch oft in Bezug auf die Beantwortung fernerer, sich an dies Factum anschliessender Fragen sein mochten. Der präcise Ausschlag der in den Muskel gesteckten Nadel erfolgte stets, selbst wenn eine Zeit von 1—2 Stunden mit erfolglosen Bemühungen verstrichen war, auf andere, weiter unten zu beschreibende Weise Bewegungen hervorzurufen.« Die ganze folgende Beschreibung der Versuche lässt aber in Folge directer Angabe zunächst nicht den leisesten Gedanken aufkommen, dass die Nadel bei Beobachtung der Bewegung im Muskel gesessen hat, sondern allein den, dass sie im Hammer sass und von hier aus die Bewegungen beobachtet wurden. Dies ist also nicht der Fall gewesen; die Nadel sass im Muskel, was, wenn es noch eines Beweises bedürfte, bewiesen wird durch einen der Schlusssätze der Arbeit. Bockendahl hat dargelegt, dass er den Tetanus des Muskels finden musste und sagt dann: »Dass ein solcher dauernder Contractionszustand anfangs der Beobachtung entgehen konnte, lag wohl an der wenig genauen Beobachtung, welche die im Muskel sitzende und ihn wahrscheinlich bald aushöhlende Nadel überall nur gestattete.« Dabei setzt er wenige Seiten zuvor in eingehender Weise auseinander, wie er die Nadel in den Hammer eingebohrt und wie er das Ablesen der Bewegungen eben dieser Nadel vorgenommen habe. Ich versage es mir, auf eine gebührende Charakterisirung einer derartigen Arbeit näher einzugehen. Den einzigen Nutzen hat sein zuvor erwähntes Zugeständniss gebracht, weil es den stricten Beweis für meine Annahme liefert, dass die von Hensen und Bockendahl gesehenen Zuckungen durch den Reiz, den die in dem Muskel sitzende Nadel auf denselben bei Bewegungen ausübte, hervorgerufen sind. 1 – 2 Stunden müht sich Bockendahl bei den curarisirten Thieren vergeblich ab, ohne directe Verletzung des Tensors Bewegungen zu

beobachten; dann stösst er die Nadel in den Muskel, und sofort erfolgt der präcise Ausschlag derselben. Wir haben es hier also mit einem Analogon des Cl. Bernard'schen Versuches zu thun, und es ist dadurch auch eine Thatsache erklärt, deren Verständnis und Erklärung mir nicht gelingen wollte, nämlich, dass in einem curarisirten Thier, ohne dass der Tensor aus der Circulation ausgeschaltet war, so präcise Reflexzuckungen auftreten konnten, und dass, wie Bockendahl angiebt, die Schwere der Curare-Vergiftung gar keinen Einfluss auf die Intensität der Muskelzuckungen hatte.

Mit diesem Nachweis fällt die Hypothese Hensen's und mit ihr Alles, was er in seiner Physiologie des Gehörs und Andere darauf gebaut haben.

In den ihr zu Grunde liegenden Anschauungen widerspruchsvoll, hat sie nicht zur Förderung, sondern zur Verwirrung gedient. Wir Jüngeren brauchen aber bezüglich der Physiologie des Ohres um so weniger zu klagen:

»Sie haben uns Alles weggenommen,
Die besten Gedanken, das kühnste Wort«

sondern wir wollen neu bauen, wenn das Alte stürzt.

Wir wollen zu diesem Zweck zunächst noch einmal kurz die Thatsachen sichten, die bisher zusammengetragen sind, um die Function des Musc. tens. tymp. zu erforschen.

Die Aufhebung seines natürlichen Zuges im Ruhezustande beeinträchtigt nicht die Hörschärfe, bedingt aber Hyperästhesie gegen hohe Töne. Die Contraction des Muskels verringert die Schallschwingungen der Gehörknöchelchen und steigert den Labyrinthdruck; das Vorherrschende in der akustischen Wirkung seiner willkürlichen tetanischen Contraction ist Abdämpfung namentlich von Schallwellen von grösserer Schwingungsdauer, nach dem einen vorliegenden Versuch auch von hohen Geräuschen etwa aus der 4. Oktave.

Sein natürlicher Zug im Ruhezustand verhindert eine den Zusammenhang der Knöchelchenkette lockernde oder sprengende Auswärtsbewegung des Hammers.

Dies sind die sicheren Ecksteine, auf denen weitergebaut werden kann und muss. Alles weist darauf hin, dass der Muskel zum Schutz da ist, im Ruhezustand, eine zu starke Bewegung der Knöchelchenkette nach aussen; durch die Contraction, wenn eine solche nachweisbar ist, eine zu intensive, nach innen gerichtete Schallbewegung zu dämpfen.

Will man also an die Prüfung herantreten, so wird man dafür sorgen müssen, unter Anderem auch sehr intensive Geräusche und Töne auf das Ohr einwirken zu lassen.

Als ich meine eigenen Versuche begann, war es mir noch nicht geglückt, die Hensen'schen Versuche zu erklären; aber da ich so viel Widersprechendes in ihnen fand, wollte ich sehen, wie und ob die Widersprüche sich durch andere Versuchsanordnungen lösten.

Die erste Aufgabe, die ich mir stellte, war: *Es soll beim unvergifteten Hund ohne Verletzung des Trommelfells und Mittelohrs und ohne jede Schmerzeinwirkung geprüft werden, ob bei Schallerregungen verschiedenster Art Bewegungen am Trommelfell auftreten, die auf Tensor-Wirkung zu beziehen sind.*

Die Lösung dieser Aufgabe erforderte:

1) ein genaues Studium der Bewegungen des Trommelfells durch Tensor-Wirkung beim Hunde, wie sie mechanisch durch Zug am Muskel oder auf andere Weise experimentell hervorgerufen werden können;

2) eine dem eigentlichen Versuch vorhergehende Freilegung des Trommelfells in Aethernarcose unter Vermeidung jeglichen Insults desselben;

3) eine absolut sichere Fixation des Hundes.

Betrachten wir diese einzelnen Punkte genauer.

Das genaue Studium der Trommelfellbewegung durch Tensor-Wirkung wurde erzielt:

1) durch Beobachtung der mechanischen Wirkung des Muskels auf das Trommelfell am ganz frischen Präparat.

Da aber vermuthet werden musste, dass die durch Zug am Muskel bedingten Bewegungen gröber ausfallen würden, als solche in Folge Contraction, so wurde

2) die Trommelfellbewegung studirt, welche durch intracranielle Reizung des Trigeniums hervorgerufen wird,

und da ein solcher Versuch nur die Möglichkeit in sich schliesst, einige wenige Male die Bewegung zu sehen, ein absolut scharfes Einprägen der Bewegung mit Rücksicht auf das sichere Wiedererkennen indess in hohem Masse zweckmässig erschien, so wurde

3) derselbe Hund, der später für den Hauptversuch ausersehen war, Wochen vor diesem durch allmälig gesteigerte Strichninvergiftung reflexerregbarer gemacht und dann der Einwirkung derselben Schallquellen, wie sie im Hauptversuch gebraucht werden sollten, ausgesetzt.

Vielleicht gelang es so, Reflexzuckung des Tensors hervorzurufen und die entsprechende Trommelfellbewegung hinreichend sicher zu studiren.

So konnte ich hoffen, jede Bewegung, welche beim unvergifteten Hund möglicherweise durch Tensor-Contraction am Trommelfell bedingt wurde, mit Sicherheit als solche wiederzuerkennen.

Die Wirkung des M. tensor auf das Trommelfell kann am Präparat sehr leicht studirt werden.

Der Kopf eines eben getödteten Hundes wird in der Längsachse durchsägt; das Gehirn entfernt; die Erhebung der halbzirkelförmigen Kanäle, die wie Glas splittern, mit dem Meissel oder der Zange abgetragen, und die Decke des davor liegenden Knochenkanals, in dem zum grössten Theil der Muskelbauch liegt, nicht selten mit einem Schlage ohne Eröffnung der Paukenhöhle abgehoben. Dann wird das Trommelfell freigelegt; auf das untere, etwas breitere Ende des Hammergriffs, wie auf die Mitte des vorderen wie hinteren Trommelfellsegmentes werden etwa 1 mm hohe Korkpyramiden, deren Spitze man am besten etwas schwärzt, aufgeklebt, und das so armirte Trommelfell bei hellem, durch Hohlspiegel reflectirten Licht unter etwa 4facher Lupenvergrösserung beobachtet, während am Tensor ein leichter, plötzlich nachlassender Zug ausgeübt wird.

Man sieht dann mit geradezu überraschender Deutlichkeit, dass das Trommelfell sich um eine im Hammergriff verlaufende Axe, wie man ohne nennens-

werthen Fehler sagen kann, dreht, und zwar am linken Ohr, vom Beschauer aus betrachtet, von links nach rechts. Beobachtet man nämlich die Verschiebung, welche die Spitze der auf dem Hammergriff sitzenden Pyramide bei Tensor-Zug nach innen macht, von oben bei mässiger Vergrösserung, so zeigt sich, dass diese Art der Bewegung eine ganz minimale ist. Die ausgiebigste Bewegung macht das hintere Trommelfellsegment.

Es erklärt sich dieser Bewegungsmodus des Trommelfells beim Hunde aus dem nahezu rechtwinkligen Ansatz des Muskels an einem besonderen Muskelfortsatz des Hammers.

Diese Methode, die Trommelfellbewegung sichtbar zu machen, erscheint mir sehr viel einfacher wie die Bockendahl'sche und giebt ein sehr instructives Gesammtbild. Die eigenartige drehende Bewegung erkennt man schon viel leichter, wenn man auf Hammergriff, Mitte des vorderen wie hinteren Segmentes, mit Russ je einen schwarzen Punkt macht und dann die Verschiebungen dieser Punkte beobachtet.

So wurde denn auch der Einfachheit halber diese letztere Methode verwendet, wo es sich darum handelte, am noch reactionsfähigen Hundekopf bzw. dem lebenden Hund die Trommelfellbewegungen durch Tensor-Contraction zu studiren.

Dies geschah zunächst am noch reactionsfähigen Hundekopf in folgender Weise:

Ein mittelgrosser Hund wurde strangulirt und unmittelbar darauf wurden die gesammten Weichtheile des Halses und Nackens bis auf die Wirbelsäule durchschnitten; sodann wurde der Kopf stark nach hinten gebeugt und von der Wirbelsäule mit wenigen Schnitten gelöst. Der Einspannung desselben in den Schraubstock folgte eine kreisförmige Umschneidung der Weichtheile des Hinterkopfes in der Richtung des nun folgenden Sägeschnittes, welcher von der Mitte der Proc. condyloid. des Hinterhauptsbeins seinen Anfang nahm und auf der Scheitelhöhe circa 1 cm hinter der stark vorspringenden Protub. occip. hinauslief. Die Sägefläche lief annähernd durch die Mitte des 4. Ventrikels. Durch Aufheben des verbliebenen Stumpfes des Med. oblongata mittelst breiten Spatels gelangt man in leichtester Weise zu dem Nerv.

trigeminus, der in seinem ganzen intracraniellen Verlauf, von seinem Austritt aus der Brücke bis zu seinem Durchtritt durch die Dura vollkommen frei zugänglich daliegt. Ich glaube, dass diese Versuchsanordnung vor der Politzer's, welcher das Gehirn auslöffelte, Vorzüge bezüglich der Schnelligkeit wie des völligen Intactbleibens des Trigeminus und der umliegenden Hirntheile hat. Nun wurde die linke Ohrmuschel mit einem Zuge umschnitten; der häutig-knorpelige Gehörgang bei mässigem Zuge nach aussen möglichst nahe dem Trommelfell durchtrennt; mittelst berusster Sonde die Mitte des hinteren Trommelfellsegmentes durch einen schwarzen Punkt gezeichnet und dieser mittelst Hohlspiegel und Gasglühlicht hell beleuchtet.

Von dem Moment der Strangulation bis zum Moment der ersten intracraniellen Reizung des linken Nerv. trigeminus mittelst Anlegen einer Electrode waren $3^1/_2$ Minuten vergangen.

Bei der ersten Reizung habe ich eine Trommelfellbewegung nicht deutlich gesehen, wohl weil ich durch die äusserst schnelle Präparation des Hundes etwas unruhig geworden war. Bei der zweiten und dritten Reizung dagegen war die allein auf Tensor-Contraction zurückzuführende Bewegung des hinteren Trommelfellsegmentes durchaus deutlich. Der Punkt bewegte sich beim Einsetzen der Reizung nach hinten und beim Aufhören derselben wieder nach vorn, genau so, wie die Bewegung beim groben Zug am Muskel im ersten Vorversuch beliebig oft gesehen worden war; nur war die Bewegung bei intracranieller Reizung ungleich feiner.

Bei der vierten Reizung wurde die Bewegung schon erheblich undeutlicher, und als bei der fünften und sechsten Reizung stärkerer Strom zur Reizung verwandt wurde, wurde jede genaue Beobachtung unmöglich, da eine so kräftige Innervation der Kaumuskeln erfolgte, dass der im gekürzten Gehörgang steckende Ohrtrichter störend mitbewegt wurde.

Bei der besprochenen Versuchsanordnung lag die Flüchtigkeit der Bewegungserscheinungen in der Natur der Sache. Es schien mir aber wichtig, ein möglichst hohes Maass der Sicherheit in der Beurtheilung der von Tensor-Contraction herrührenden Trommelfellbewegung zu erreichen. Deshalb versuchte ich,

ob es nicht möglich sei, durch künstliche Steigerung der Reflexactionen überhaupt reflectorische Contraction des Tensor zu erzielen, wenn man intensive Schallwellen auf den Hund einwirken liess.

Es wurde deshalb folgender dritter Vorversuch gemacht.

Eine Hündin von $6^1/_4$ Kilo Gewicht, welche sich durch ihre Gutmüthigkeit ganz besonders für den Hauptversuch zu eignen schien und diese Voraussetzung auch nicht getäuscht hat, wurde, nachdem der Versuch mit einem anderen Hunde in Folge Abreissens des Verbandes misslungen war, am 13. 12. 97 9 Uhr Morgens in Aethernarcose ohne Morphium in nachstehender Weise unter strengster Asepsis operirt.

Nach Abrasiren der Haare — später wurden dieselben in sehr viel einfacherer Weise durch Einreiben eines chemischen Präparates entfernt — wurde die l. Ohrmuschel umschnitten und unter möglichster Vermeidung jeglichen Blutverlustes der knorplige Gehörgang von seiner Umgebung gelöst; dies geschieht sehr leicht, weil nur ganz lockeres Zellgewebe ihn an die Muskelfascien anheftet. Einige Vorsicht erfordert nur die Freilegung der vorderen unteren Wand, weil sich die Parotis an diese dicht anlegt, und es wegen der Blutung nicht zweckmässig ist, die Drüse anzuschneiden. Unmittelbar nach innen von der Stelle, wo man den nunmehr freigelegten äusseren Gehörgang zu durchschneiden wünscht, legt man eine provisorische Ligatur, um jedes Hineinlaufen von Blut in den Gehörgang bei der nun folgenden queren Durchschneidung desselben zu verhüten. Die Ligatur wird später wieder gelöst, und man sieht den hinteren Trommelfellabschnitt unversehrt frei zu Tage liegen; doch sogleich wird der äussere Gehörgang zum Schutze des Trommelfells mit sterilem Mull wieder geschlossen. Ich habe dann auf zwei verschiedene Weisen weiter operirt. In diesem Falle habe ich den Gehörgangsstumpf oben und unten etwa $^3/_4$ cm durch Scheerenschnitte gespalten und habe den so gebildeten vorderen und hinteren Gehörgangslappen mit der Haut sorgfältig vernäht. Man erhält so eine trichterförmige Grube, in deren Grund das Trommelfell insbesondere der hintere Abschnitt desselben gut sichtbar ist. Das ganze Trommelfell war bei den

von mir operirten Hunden selbst dann, wenn man sich so dicht an dasselbe herangearbeitet hatte, wegen des tiefen Sinus, den der kurze knöcherne Gehörgang bildet, nicht sichtbar. Bei einer weiteren Operation habe ich nicht mehr den Gehörgang mit der Haut vernäht, weil ich den Eindruck gewonnen hatte, als ob die Naht als Reiz auf den Gehörgang wirkte; sondern ich habe den Gehörgangsstumpf frei in die Wundfläche hineinragen lassen und habe die rinnenförmige Vertiefung um ihn herum mit Jodoformgaze vorsichtig tamponirt, um jedes Hineinfliessen von Wundsecret in den ausserdem tamponirten Gehörgang zu vermeiden.

Hiermit habe ich zugleich geschildert, wie ich der zweiten Forderung, die sich aus der gestellten Aufgabe herleitete, nachgekommen bin.

Sollte nun an dem so freigelegten Trommelfell eine sichere, ungestörte Beobachtung möglich sein, so musste zuvor auch die dritte Forderung ihrer Lösung entgegengeführt werden, d. h. eine Methode gefunden werden, durch welche die sichere Fixation des Hundes gewährleistet war. Ich kann nicht verkennen, dass die Eigenart des Hundes meinen Bemühungen sehr förderlich gewesen ist; es war thatsächlich beim Versuch nur eine theilweise Fixation des Hundes in der gleich zu schildernden Weise nothwendig, da, wenn der Wärter des Hundes dicht bei ihm stand, und jeder Schmerz vermieden wurde, der Hund absolut still lag.

Denkt man sich den Hund stehend, und den Raum zwischen der gesammten unteren Fläche seines Rumpfes und Kopfes durch plastischen Thon ausgefüllt, so erhält man einen genauen Abdruck der unteren Fläche seines gesammten Körpers in der natürlichen Haltung. Erhöht man das Thongestell dann um etwa 6 cm, so liegt der Hund nunmehr ohne jede Unbequemlichkeit auf demselben, findet jedoch an den ganz glatten Wänden keinerlei Stützpunkte zum Ansetzen seiner Beine. Er war somit kaum in der Lage, nennenswerthe Kraft zu entwickeln. Durch die ganze Masse des nahezu einen Centner wiegenden Gestells wurden an geeigneten Orten Eisenstangen gesteckt, so dass ein kreuzweises Hinüberführen von Bindentouren unter Anwendung jeder Kraft möglich war. Für die sichere Fixation des Kopfes

waren vorn noch besondere Eisenstangen eingelassen. Durch mehrtägiges Trocknen auf warmem Herd wurde dieses Gestell wie Stein, welches in Folge seines grossen Gewichts absolut sicher stand.

Der unter Umständen grosse Nachtheil dieser Art der Fixation ist der, dass man für jedes Thier eine besondere Form bilden muss, was Zeit und Mühe kostet; aber für die sichere Fixation eines einzelnen Thieres erscheint mir das Verfahren für den vorliegenden Zweck sehr empfehlenswerth. Der Hund lag ohne Fixation in seinem Negativ absolut still, und erst als er durch allmälig gesteigerte Strychninvergiftung unruhiger wurde, wurde Fixation durch straff angezogene Bindentouren nothwendig.

Am Tage der Operation Nachmittags 4^7 Uhr, nachdem die Wirkungen der Aethernarcose völlig geschwunden waren, wurden nun dem so fixirten Hunde zunächst 0,0005 Strychnin in eine Vene der Streckseite der rechten Hinterpfote, welche mit Hilfe der Infiltrationsanästhesie unter Benutzung physiologischer Kochsalzlösung schmerzlos freigelegt war, injicirt und 1 Minute darauf, 4^8 Uhr Nachm., die Versuche begonnen.

Die Ton- bzw. Geräuschreihe, welche ich, soweit die Schallquelle eine derartige Modification überhaupt zuliess, in drei verschiedenen Stärken zur Anwendung brachte, setzte sich zusammen aus drei offenen und einer gedeckten Pfeife von 86—696 ganzen Schwingungen;[1]) hieran schlossen sich Geigentöne fis^3, g^3, e^3 und c^4, hieran die König'schen Klangstäbe von 8192 bis 20480 Schwingungen und schliesslich die Galtonpfeife bei Theilstrich 4,5. Die Tonreihe schlossen die Vokale *a, e, i, o, u.*

Die Geräuschreihe setzte sich zusammen aus dem Fallapparat und zwar kamen drei verschiedene Fallhöhen zur Anwendung: 20, 100 und 200 cm; aus dem Du Bois'schen Schlitteninductorium mit einer Belastung des Hammers von 810 und 360 mgr. Wachs und ohne Belastung; schliesslich aus verschiedenen anderen Schallquellen, bei denen nur eine Stärke zur Anwendung kommen konnte; es waren diese: schriller Pfiff, Schuss mit einer Salonpistole und die sehr intensiven Geräusche, welche entsehen,

1) Herr Geh. Rath Melde war so liebenswürdig, die Schwingungszahlen zu bestimmen.

wenn man eine mit Speichel befeuchtete Glasplatte mit einem breiten Kork kräftig streicht.

Gleichzeitig wurde mit anderen Schallquellen ein Versuch gemacht, der auf die Function des Musc. stapedius abzielte, über den hier zunächst nicht weiter berichtet werden soll.

Die verschiedene Intensität der Pfeifentöne wurde durch verschiedene Belastung des Blasebalgs erzielt, indem als geringste Tonstärke diejenige genommen wurde, welche bei unbelastetem, voll aufgepumptem Blasebalg entstand, die mittelstarke bei 40 Kilo, die stärkste bei 98 Kilo Belastung desselben.

Allerdings werden durch ein derartig verschieden starkes Anblasen der Pfeifen die Töne selbst in soweit verändert, als sie etwas höher werden, und auch die Obertöne mehr hervortreten, doch schien dieser Umstand von keinem wesentlichen Belang, weil es vor Allem darauf ankam, bei den verschiedenen Versuchen nur mit stets gleichen Tonquellen zu operiren, somit eine gewisse, aber stets gleichbleibende Modification des eigentlichen Grundtones der Pfeifen mit in den Kauf genommen werden konnte.

Die wechselnde Stärke der Geigentöne bedingte die Kunst des Geigenspielers, die der Klangstäbe der verschieden starke Anschlag, die der Vokale der Wille.

Die einzelnen Töne und Geräusche folgten in Intervallen von 10 Sekunden, um, falls der Muskel zuckte, eine vorschnelle Ermüdung desselben zu verhüten; doch traten mehrere längere Pausen ein, welche zum Ablauf der allgemeinen Zuckungen des Hundes, zur Erholung des Beobachters, wie zur Demonstration der Trommelfellbewegung für Herrn Dr. Noll vom hiesigen physiologischen Institut erforderlich waren. So dauerte der gesammte Versuch $1^3/_4$ Stunden.

Das Resultat der Untersuchungen war folgendes:

Nachdem 4^7 Uhr $^1/_2$ mgr. Strychnin intravenös injicirt war, wurde von 4^8 Uhr ab die Ton- und Klangreihe in geringster Stärke durchgeprüft. Es zeigte sich keinerlei Bewegung des Trommelfells, die auf reflectorische Tensor-Contraction durch die erzeugten Schallschwingungen schliessen liess. Da sich auch bei mittelstarker Tonerregung zunächst keine Bewegung zeigte, und

die allgemeine Reflexsteigerung des Hundes nach anderen Anzeichen im Ganzen gering erschien, so wurden 4^{30} Uhr weitere 0,0005 gr. Strychnin intravenös injicirt und dann mit Pfeife 115,4 Schwingungen — mittelstarke Belastung des Blasebalgs — nach etwa 2 Minuten fortgefahren. Bei den ersten Tonerregungen bekam der Hund sehr kurz dauernde, aber allgemeine Zuckungen der Gliedmassen, wodurch trotz der Bindenfixation eine genaue Beobachtung unmöglich wurde. Nach einigen Minuten konnte die Beobachtung wieder aufgenommen werden, die jedoch im Verlaufe der Untersuchung noch einige Male durch gleiche Zuckungen unterbrochen wurde. Es haben deshalb einzelne Töne mehrmals wiederholt werden müssen, bis ich zu einem festen und sicheren Resultat gekommen war.

Die Tabelle 1, sowie sie von dem Assistenten meines Instituts niedergeschrieben ist, zeigt, dass nach 0,001 gr. Strychnin mit wenigen, leicht ersichtlichen Ausnahmen (R = Ruhe) auf mittelstarke wie starke Töne und Klänge Bewegung des Trommelfells auftrat, welche ihrer Art nach auf Zuckung, nicht auf tetanische Contraction des Musculus tensor während der ganzen Dauer der Tonerregung mit voller Sicherheit schliessen liess. Herr Dr. Noll, welcher mit Herrn Dr. Rost, Assistent am hiesigen pharmakologischen Institut, so freundlich war, mich bei meinen Versuchen zu unterstützen, erkannte die Bewegung des hinteren Trommelfellsegmentes mit Sicherheit, und zwar dass das hintere Segment sich zunächst nach hinten und dann wieder nach vorn bewegt. Es hatte diese Feststellung der Bewegung durch einen zweiten Beobachter, der dieselbe zuvor nicht gesehen hatte, in sofern erheblichen Werth, als dadurch die Sicherheit der Beobachtung überhaupt wesentlich erhöht wurde.

Besondere Einzelheiten ergiebt die Tabelle, welche gleich den anderweitigen tabellarischen Nachweisen im Archiv für Anatomie und Physiologie von His, Braune, Du Bois-Reymond veröffentlicht werden wird.

Die Beobachtung der Bewegung bei den Geräuschen war im Allgemeinen schwieriger, und einige derselben, wie der Schuss

und schrille Pfiff, eigneten sich wegen der Plötzlichkeit der Schallerregung, durch die ich selbst im wichtigsten Moment wenigstens so weit beeinflusst wurde, dass ich nicht mit schärfster Aufmerksamkeit beobachten konnte, für den Versuch überhaupt nicht. Es blieb deshalb zweifelhaft, ob Zuckung auftrat oder nicht. So wurde sie nur beim Niederfallen einer Eisenkugel aus 200 cm Höhe, bei 2 Versuchen mit dem Inductionsapparat und nach wiederholt misslungenen Versuchen bei schrillem, von der Glasplatte ausgehendem Geräusch beobachtet.

Diese Versuche beweisen für die Function des Trommelfellspanners beim Hören gar nichts, auch nicht, ob er sich überhaupt beim unvergifteten Hund jemals reflectorisch auf Schallwellen contrahirt; aber sie dürften auf eine präformirte Reflexbahn zwischen akustischem Centrum und motorischen Kernen des Trigeminus hindeuten. Vor Allem aber hatten wir jetzt mit voller Deutlichkeit so oft die durch Reflexzuckung des Muskels hervorgerufene Trommelfellbewegung gesehen, dass wir sie sicher wieder erkennen konnten und mussten, falls sie beim normalen Hund während des Ablaufes genau derselben Ton- und Geräuschreihe zu irgend einer Zeit auftrat.

Es war mein Plan gewesen, sofort nach Ablauf der Strychninwirkung ebendasselbe Ohr zu den weiteren Untersuchungen zu benutzen; dieser Plan konnte indess nicht ausgeführt werden, da, als ich nach Ablauf der Untersuchungen noch einem Dritten die Bewegungen zu zeigen wünschte, Wundflüssigkeit in den Gehörgang hineinlief, und bei der hochgradig gesteigerten Reflexerregbarkeit des Hundes es trotz aller Vorsicht beim Reinigen des Gehörgangs geschah, dass das Trommelfell gereizt wurde. In Folge dessen entwickelte sich eine Entzündung desselben, welche die weitere Verwendung dieses Ohres leider ausschloss.

Glücklicherweise war das zweite Ohr des Hundes normal, so dass das Trommelfell dieses am 5. 1. 98 um 11 Uhr Vorm. in Aethernarcose in der vorbeschriebenen Weise freigelegt und um 5½ Uhr Nachm. desselben Tages der Hauptversuch angestellt werden konnte, um zu erforschen, ob bei dem in keiner Weise beeinflussten Hund durch dieselben Schallerregungen wie im

vorerwähnten Strychnin-Versuch Bewegungen des Trommelfells auftreten würden.

Keiner von uns hat irgend eine auf Tensor-Contraction zu beziehende Trommelfellbewegung gesehen, wie sich aus Tabelle 2 ergiebt.

Dieses negative Resultat war in sofern von Bedeutung, als wir schliessen durften, dass bei dem nicht vergifteten Hund weder durch Töne noch Geräusche verschiedenster Art irgend eine reflectorische Zuckung des Tensor aufgetreten war.

Damit war auch der Schluss erlaubt, dass der Muskel beim Hunde während des Höraktes eine Accommodation, d. h. eine Anpassung des Trommelfells an periodische oder aperiodische Schallschwingungen, nicht herbeiführt.

Ich sollte indess durch eine zufällige Beobachtung, welche ich während der Zusammenstellung der Geräuschreihe an mir selbst gemacht hatte, zu einem weiteren positiven Resultat geführt werden.

Während ich nach möglichst intensiven und nicht allzu schnell ablaufenden Geräuschen suchte, geschah es, dass ich eine deutliche Zuckung in beiden Ohren fühlte, als es mir gelang, auf der Glasplatte ein ausserordentlich schrilles, geradezu verletzendes Geräusch hervorzurufen. Ich kenne das Gefühl der Muskelcontraction im Ohr, da ich mit Leichtigkeit beim Verschluss der Augen der gewöhnlichen Annahme nach den Musc. staped. contrahiren kann. Es war dem Gefühl nach unzweifelhaft eine Muskelzuckung gewesen, welche durch das ausnahmsweise unangenehme Geräusch hervorgerufen worden war; doch blieb zunächst unentschieden, ob sie vom Tensor oder Stapedius herrührte. Da eine solche Zuckung den Sinn haben konnte, das Ohr unempfindlicher zu machen, und nach den Resultaten der bisherigen Untersuchungen der Tensor geeignet schien, möglicherweise durch seine Contraction das Ohr zu schützen, so wurde es mir wahrscheinlich, dass ich reflectorische Tensor-Zuckung gefühlt hatte.

Wenn dem so war, so musste es möglich sein, den Vorgang durch die Otoskopie an Anderen objectiv nachzuweisen — denn

Tensor-Wirkung, allerdings nur bei willkürlicher tetanischer Contraction, war gesehen worden —, wenn es gelang, Töne bzw. Geräusche zu erzeugen, die genügend stark und unangenehm waren.

Dies erscheint leichter, als es ist; denn es kostet oft längere, vergebliche Bemühungen, die entsprechenden Geräusche hervorzurufen.

Während ich noch im hiesigen physiologischen Institut, dessen Einrichtungen mir bereitwilligst zur Verfügung gestellt waren, mit den Thierexperimenten beschäftigt war, begann ich in meinem eigenen Institut eine zweite Untersuchungsreihe am Menschen. Die Einrichtungen meines Institutes gestatteten mir nicht, genau die gleiche Ton- und Geräuschreihe wie bei den Thierexperimenten zur Anwendung zu bringen, sondern ich musste mich mit den vorhandenen Mitteln einrichten, was um so besser ging, als diese Untersuchungsreihen von vornherein mehr eine bestimmte Richtung durch die Eigenbeobachtung gewonnen hatten. Man wird indess bei Durchsicht der Tabelle III nicht verkennen, dass ich alle anderen Möglichkeiten einer etwaigen Wirksamkeit des Musc. tensor in gleicher Weise mit in Betracht gezogen habe.

Die Schallquellen setzten sich wiederum aus einer Ton- und Geräuschreihe zusammen. Erstere wurde gebildet durch die Vokale *a*, *e*, *i*, *o*, *u*; sieben gedeckte Pfeifen, drei Stimmgabeln (32, 1024, 2048 Schwingungen); den König'schen Klangstäben ut^7, MJ^7, Sol^7, ut^8, MJ^8; der Galton-Pfeife bei Theilstrich 7 und 4,5, sowie einer Hornpfeife, so dass Töne und Klänge fast von den tiefsten bis zu den höchsten vertreten waren. Die Geräuschreihe bestand aus: dem Fallapparat (20 cm, 1 m, 2 m), einer höchst unangenehm heulenden Radfahrerpfeife; einer Schiefertafel mit Griffel; einer Glasscheibe mit Kork sowie einer schweren Viehkette. Letztere war hinzugekommen, weil eine Patientin gelegentlich äusserte, sie habe einmal ein ganz deutliches Zucken in ihren Ohren empfunden, als eine Viehkette im Stalle klirrend niederfiel. Und in der That erzeugt sie beim kräftigen Schütteln und Niederfallen ein für Manche recht unangenehmes Geräusch.

Diese Marterinstrumente lassen indess keineswegs immer das ihnen innenwohnende unangenehmste Geräusch hervortreten, sondern es will ab und zu gar nicht gelingen, gerade diese zu erzeugen, worauf es vor Allem ankommt. Dadurch werden diese Untersuchungen mühsam, zeitraubend, ganz abgesehen davon, dass sie, wie jeder Nachuntersucher an sich selbst fühlen wird, ein gewisses Mass der Leistung und Ausdauer nicht allein von dem Auge, sondern von der ganzen Person des Untersuchers fordern. In Folge dessen ist es immer nur möglich, kürzere Zeit und in Pausen zu untersuchen; denn andernfalls wird durch Ermüdung das Resultat unsicher; es treten Täuschungen auf, denen man gerade bei der Beobachtung von so äusserst feinen, sehr schnell ablaufenden Bewegungsvorgängen leicht ausgesetzt ist. Sobald man nicht mehr mit absolutester Schärfe und Ruhe beobachten kann, muss die Untersuchung eingestellt werden.

Eine weitere Vorbedingung, die an den Untersucher gestellt werden muss, ist eine vollendete Uebung im Otoscopiren. Denn es bedarf einer sehr grossen Uebung, um feinste, schnell vorübergehende Verschiebungen der Theilchen mit Sicherheit zu erkennen; aber nicht allein dies, es muss die Fähigkeit hinzukommen, seine Aufmerksamkeit auf das Schärfste zu concentriren und sein Auge eine Zeit lang mit voller Ruhe auf einen Punkt fest einzustellen. Um nicht selbst durch die Töne und Geräusche afficirt zu werden, so dass z. B. nur ein plötzliches Blinzeln auftritt, oder die Aufmerksamkeit einen Augenblick gestört wird, muss sich der Beobachter so schwerhörig wie möglich machen — ich selbst hatte mir bei allen Untersuchungen die Ohren fest verstopft, nachdem ich bei den Voruntersuchungen auf die Bedeutung dieses Umstandes aufmerksam geworden war — und er darf nicht so sitzen, dass er mit dem nichtbeobachtenden Auge sieht, wann ein Ton oder Geräusch angegeben wird. Die Ausschaltung aller anderen Sinneseindrücke, soweit nur irgend möglich, unterstützt die Concentration der Aufmerksamkeit auf das eine zu beobachtende Object.

Dies das Verhalten und die erforderlichen Eigenschaften des Beobachters.

Auch der Beobachtete muss bestimmte Voraussetzungen erfüllen. Zunächst muss er ein functionell wie anatomisch vollkommen normales Gehörorgan besitzen; aber auch unter diesen Personen sind — soweit die anatomischen Verhältnisse des Trommelfells in Betracht kommen — diejenigen bei weitem am besten geeignet, welche ein möglichst zartes, gradgestelltes Trommelfell haben, durch welches man die Contouren des Hammergriffs vollkommen deutlich hindurchsieht. Nach meinen bisherigen Erfahrungen hat es mir indess so scheinen wollen, als ob nicht allein diese anatomischen Verhältnisse für die Untersuchung günstig wären, sondern als ob noch ein anderer Umstand gerade solche Personen für dieselben geeignet machte. Es ist mehrfach beobachtet worden — und ich hatte selbst häufiger Gelegenheit dazu —, dass musikalisch begabte Personen eine geringe Neigung des Trommelfells aufweisen. Solche Personen sind aber im Allgemeinen gegen kräftige Disharmonien empfindlicher als unmusikalische. Da sich nun im Verlauf der Untersuchungen zeigte, dass der psychische Eindruck, den ein Ton oder Geräusch auf den Untersuchten macht, anscheinend nicht unbedeutsam für die im Ohr auftretende Reaction ist, so könnte man meinen, dass auch aus diesem Grunde musikalische Personen mit gradgestellten Trommelfellen sich besonders gut für diese Untersuchungen erweisen. Ich habe wenigstens bei keiner Person besser und vollkommener die reflectorischen Zuckungen des Tensor gesehen, als eben bei einer solchen, der unter Nr. 14 der Tabellen aufgeführten Frau Bildhäuser.

Des Weiteren dürfen die zu untersuchenden Personen nicht wissen, worum es sich handelt, und weiter darf ihr Ohr unmittelbar vor ihren Untersuchungen nicht gleichen Geräuschen ausgesetzt gewesen sein. Es ist eine alltägliche Erfahrung, dass ein unangenehmes, heftiges Geräusch uns nicht in gleicher Weise afficirt, wenn wir auf das Auftreten desselben vorbereitet sind, als wenn es uns plötzlich überrascht, und ferner wissen wir, dass wir uns mit der Zeit selbst an die lautesten und zuerst unangenehmsten Geräusche mehr und mehr gewöhnen; sie verlieren allmählich, wenn sie länger auf uns einwirken. an Unbequemlichkeit. Auf die Bedeutung aller dieser einzelnen

Factoren wurde ich während der Versuche mehr und mehr aufmerksam, z. Th. durch Aeusserungen der untersuchten Personen selbst.

Um den Untersuchten möglichst zu überraschen, ist weiter nothwendig, dass er nicht weiss, wann ein Ton oder Geräusch erfolgt; man muss ihn deshalb von der Schallquelle abgewandt setzen oder ihm die Augen verbinden. Durch möglichsten Ausschluss anderer Sinnesempfindungen wird die Empfindlichkeit des in der Aufnahme von Empfindungen nicht behinderten Sinnes erhöht, ein Umstand, der für das Auftreten der Reflexzuckung des Tensor förderlich sein dürfte, wenngleich, um dies gleich hier zu betonen, darin die Ursache der Reflexzuckung unter keinen Umständen zu suchen ist; denn dieselben Personen zeigten mit unverbundenen Augen gleichfalls Reflexzuckungen.

Ein weiterer Umstand erscheint schliesslich auch von nicht geringer Bedeutung, die physisch-psychische Gesammtbasis, wenn ich so sagen darf, auf die der zum akustischen Centrum geleitete Schallreiz auftrifft. Ein und derselbe Sinneseindruck wirkt unter Umständen auf verschiedene Personen ganz verschieden; ein und derselbe Sinneseindruck wird deshalb auch in sehr verschiedenem Grade willkürliche oder unwillkürliche Abwehrbewegungen bedingen können. Man ersieht aus der Tabelle, dass ich schliesslich fast nur junge Mädchen und Frauen aus den niederen Klassen der städtischen Bevölkerung untersucht habe; Näherinnen, Büglerinnen etc.; sie eignen sich besser zur Hervorrufung von Reflexzuckungen des Tensor als kerngesunde Bauernmädchen, die sich so leicht durch ein unangenehmes Geräusch nicht afficiren lassen.

Nachdem durch Vorversuche im Allgemeinen die Bedingungen festgestellt waren, unter denen das Auftreten einer Reflexzuckung am leichtesten zu erwarten war, sind bisher 18 Personen untersucht worden, doch einzelne nicht ganz vollständig, da ich der Personen zunächst nicht wieder habhaft werden konnte.

Bei den Versuchen sass der zu Untersuchende auf einem festen Stuhl, an dem eine sichere Stütze für den Kopf und Rücken angebracht war, um so jede Bewegung des Kopfes mög-

lichst zu verhindern. In den äusseren Gehörgang wurde ein möglichst weiter Trichter eingeschoben — es wurden nur Personen mit besonders gradgestreckten, weiten Gehörgängen gewählt —, und vor diesen eine Convexlinse — 9 *D* — angeordnet, so dass ein mehrfach vergrössertes Bild des Trommelfells entstand, welches sehr hell erleuchtet war, wenn mittelst Concavspiegel Gasglühlicht durch die Linse in das Ohr geworfen wurde.

Der bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge als gleichmässig leuchtende Fläche erscheinende Lichtkegel löste sich in einzelne leuchtende Streifen und Punkte auf, und die Umrisse des in das Trommelfell eingebetteten Hammers schienen auf das Klarste hindurch. Eine zweite Person erzeugte in der durch die Tabelle bestimmten Reihenfolge die Töne und Geräusche drei Sekunden nach Senken eines Fingers der rechten Hand des Untersuchers, um diesem nach gegebenem Zeichen einerseits noch Zeit zu lassen, seine Aufmerksamkeit und Accommodation auf das Schärfste anzuspannen, andererseits durch unnöthig langes Warten eine vorschnelle Ermüdung zu verhüten. So gelang es mir nicht immer, aber doch zumeist mit voller Sicherheit zu sagen, ob eine Bewegung des Hammergriffs stattgefunden hatte oder nicht. Wo in der Tabelle den Buchstaben ein ? beigefügt ist, hat eine ganz sichere Beurtheilung nicht stattgefunden; wo aber *Z* steht, ist die Beobachtung der Zuckung eine untrügliche gewesen. Das bis jetzt vorliegende Resultat der Untersuchungen ist in der gegenüberstehenden kleinen Tabelle übersichtlich zusammengestellt.

Aus der Zusammenstellung ergiebt sich:

1) **Reflectorische Zuckungen der Musc. tens. tymp. wurden ausschliesslich bei sehr intensiven, durch ihre Eigenart verletzenden Geräuschen, wie bei sehr hohen Tönen von grosser Intensität, wie Pfiffen mit der Hornpfeife und bei den König'schen Klangstäben beobachtet.** Die Schallempfindung, welche man bei stärkstem Ueberblasen der Pfeifen hatte, war durchaus die eines theilweise sehr unangenehmen Heulens, welches mit dem Grundton begann und auf einen hohen Oberton hinüberzog, der

Tabellarische Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

Bezeichnung der Schallquellen im Allg.	Bezeichnung der Schallquellen im Besonderen			Anzahl der producirten Geräusche, Töne etc.	Zahl der beobachteten Zuckungen
Geräusche	Schiefertafel und Griffel			217	41
	Glasplatte und Kork			177	20
	Kette			45	6
	Radfahrerpfeife			81	11
	Fallapparat		20 cm Höhe	29	3
			100 „ „	25	5
			200 „ „	28	5
Töne und Klänge	Hornpfeife			67	6
	Vokale		*a*	32	0
			e	32	0
			i	39	0
			o	40	0
			u	39	0
	Gedeckte Pfeifen	*C*	schw.angebl.,reinerTon	46	0
			stark angeblasen	17	2
		D	reiner Ton	44	0
			stark angeblasen	25	2
		E	reiner Ton	50	0
			stark angeblasen	31	8
		F	reiner Ton	43	0
			stark angeblasen	25	7
		G	reiner Ton	66	0
			stark angeblasen	45	15
		A	reiner Ton	50	0
			stark angeblasen	26	2
		H	reiner Ton	57	0
			stark angeblasen	28	3
	Stimmgabeln		32 Schwingungen	41	0
			1024 „	44	0
			2048 „	40	0
	König'sche Klangstäbe	Ut^7 8192 Sch.	schwacher Anschlag	33	0
			starker Anschlag	43	3
			sehr starker Anschlag	46	2
		MJ^7 10240	schwacher Anschlag	37	0
			starker Anschlag	43	0
			sehr starker Anschlag	42	4
		Sol^7 12288	schwacher Anschlag	48	0
			starker Anschlag	38	2
			sehr starker Anschlag	51	5
		Ut^8 16384	schwacher Anschlag	35	0
			starker Anschlag	49	3
			sehr starker Anschlag	42	2
		MJ^8 20480	schwacher Anschlag	35	0
			starker Anschlag	44	1
			sehr starker Anschlag	36	2
	Galton-Pfeife		Theilstrich 7	65	0
			„ 4,5	62	0

zuletzt sehr kurz aber scharf ertönte. In allen Fällen, wo beim Ueberblasen der Pfeiffen Zuckung beobachtet wurde, handelte es sich demnach um eine durch ein intensives, unangenehmes Geräusch und nicht durch einen reinen Ton veranlasste Zuckung.

Ich habe mich oft bemüht zu erkennen, worin die Eigenart gerade derjenigen Geräusche liege, bei denen ich Zuckung auftreten sah; 5, 6 Mal und häufiger wurden mittelst Schiefertafel und Griffel, oder auf andere Weise laute Geräusche erzeugt, ohne Zuckung zu veranlassen; dann plötzlich entstand ein solches Geräusch und löste die Zuckung prompt aus. Ich habe mehr und mehr den Eindruck gewonnen, dass sie Alle dem Heulen der Pfeifen insofern etwas Verwandtes hatten, als besonders dann Zuckung auftrat, wenn das Geräusch relativ tief ansetzte und blitzschnell eine grosse Summe von Tonlagen bis zu den höchsten hinauf mit grosser Schallstärke durchlief. Dadurch müssen nach der Helmholtz'schen Hypothese, der die von Max Meyer neuerdings aufgestellte deshalb, weil sie einfachen physikalischen Gesetzen zuwiderläuft, nicht Abbruch thun kann, eine ausserordentlich grosse Anzahl von Nervenendelementen gereizt werden, somit die Erregung des akustischen Centrums eine sehr bedeutende sein, zumal da die Erregung aller einzelnen Fasern sich auf eine äusserst kurze Spanne Zeit vertheilt.

Man könnte sich somit sehr wohl vorstellen, dass gerade diese Art von Geräuschen durch die besonders grosse Zahl der erregten Fasern eine besonders starke Erregung hervorruft, und so durch sie am leichtesten und vorzugsweise die Reflexzuckung ausgelöst wird. Die subjective Empfindung, die dieses Uebermass der Erregung in uns hervorruft, ist die des Unbehagens.

2) Kein reiner Klang oder Ton von den tiefsten bis zu den höchsten mit vorstehender Einschränkung für die letzteren löste eine Zuckung aus und auch Geräusche von mässiger und selbst erheblicher Intensität, sofern ihnen durch ihre Eigenart nicht eine besondere Reizstärke inne zu wohnen schien, vermochten nur unter ganz besonderen Bedingungen Reflexzuckungen auszulösen.

Diese besonderen Bedingungen lernte ich bei Uutersuchung der Frau Bildhäuser durch ein zufälliges Zusammentreffen kennen. Bei dieser Frau konnten zunächst durch die der Schiefertafel wie der Glasscheibe entlockten Geräusche keine Zuckungen hervorgerufen werden. Die erste, sehr deutliche Zuckung wurde durch das höchst unangenehme und intensive Heulen der Radfahrerpfeife hervorgerufen. Die Frau äusserte sofort unaufgefordert: »Das war aber unangenehm, es zuckte etwas.« Eine weitere Zuckung wurde dann bei Verwendung derselben Schallquelle und eine 3. und 4. beim Ertönen der schrillen Hornpfeife in ihrer unmittelbarsten Nähe wahrgenommen. Nun liess man ohne Vorwissen der Frau die schwere Kette etwa 1 1/2 m. hoch niederfallen, was sie in der heftigsten Weise erschreckte. Eine Beobachtung war in Folge der allgemeinen Bewegung nicht möglich, gelang jedoch beim 2. Male, beim 3. und 4. Male jedoch wiederum wegen Erschreckens nicht. Es folgte nun der Fallapparat, bei dessen Geräuschen weder vorher noch nachher jemals wieder eine Zuckung beobachtet wurde. In diesem Fall aber, wo die Frau durch den vorhergegangenen Schreck erregbarer geworden war, zeigten sich schon beim Niederfallen des Gewichtes aus 20 cm. Höhe dreimal deutliche Zuckungen und bei Steigerung der Fallhöhe auf 1 und 2 m erfolgte jedesmal lebhafte, auch für sie selbst auf das deutlichste fühlbare Zuckung des Tensor.

Die psychische Erregung, in die die Frau unmittelbar vorher versetzt worden war, war offenbar die Ursache, dass schon Geräusche, die sonst niemals Reflexzuckungen auslösten, nunmehr solche hervorzubringen vermochten. Bei Durchsicht der Tabelle über die an Menschen angestellten Versuche wird man häufiger finden, dass nach vergeblichen Bemühungen zwei Zuckungen hintereinander folgten, und wenn es auch bei der Ungleichheit der producirten Geräusche sich um zufälliges Zusammentreffen handeln kann, so könnte man doch auch daran denken, dass, nachdem es einmal durch ein besonders intensives Geräusch zur Auslösung der Reflexzuckung gekommen war, das darauffolgende Geräusch durch die noch fortbestehende Erregung um so leichter eine Reflexzuckung auszulösen vermochte.

In Anlehnung an eine Lotze'sche Definition könnte man

sagen: Die bei den Versuchen beobachtete reflectorische Contraction des Tensor war das zu Tage tretende Ergebniss einer unbewussten Messung des Reizes an den jeweiligen Lebensbedingungen. Jede Veränderung dieser musste auch das Endresultat der Messung verändern.

Welchen Sinn hat nun dies zu Tage tretende Ergebniss?

Nach Allem, was wir auf Grund der im ersten Theil der Arbeit zusammengestellten und kritisch beleuchteten Versuchsergebnisse über die Mechanik des Trommelfells und über die mechanische Leistung der Tensorcontraction wissen, kann es sich nur um eine Abwehrbewegung handeln, durch welche das akustische Centrum und somit der gesammte Organismus vor weiterer, Unlust erregender Einwirkung der unangenehmen Geräusche geschützt werden soll.

Dies geschieht bei den Geräuschen dadurch, dass das Trommelfell, welches im Ruhezustand für die Fortleitung von Geräuschen gut geeignet erscheint, durch die veränderte Spannung in Eigenschwingungen versetzt und somit für die Aufnahme von Geräuschen ungeeigneter gemacht wird; dass das Durchlaufen der Schallschwingungen durch die Gehörknöchelchenkette erschwert wird; und dass schliesslich durch Erhöhung des Labyrinthdruckes die Uebertragung der Schallwellen auf die Perilymphe grösseren Hindernissen begegnet. Auch der Sinn der bei höchsten intensiven Tönen auftretenden Tensor-Contractionen dürfte sich durch Punkt 2 und 3 erklären, während es unbestimmt bleibt, wie weit die veränderte Spannung des Trommelfells hierbei mitwirkt. Hierbei muss ich einer Beobachtung Erwähnung thun, die ich zeitweise gemacht zu haben glaube, wenngleich bei dem ungemein schnellen Ablauf der Bewegung ein ganz sicheres Urtheil schwer abzugeben ist.

Man sieht die durch Tensor-Zuckung hervorgerufene Bewegung bei weitem am deutlichsten, wenn man die Grenzen des Hammergriffs ins Auge fasst. *Es ist eine blitzschnelle, äusserst feine, zuckende Bewegung, die über ihn und die nächstgelegenen Trommelfelltheile hinwegläuft.* Es hat mir nun wiederholt den

Eindruck gemacht, als ob die Bewegung am Trommelfell mehr zu Seiten des Hammergriffs lag, als gerade im Lichtkegelgebiet.

Diese Beobachtung über den Bewegungsmodus bei Tensor-Contraction stimmt, wie ich sehe, völlig überein mit der Anschauung, welche Gruber [1]) aus seinen anatomisch-physiologischen Studien über das Trommelfell und die Gehörknöchelchen bezüglich der Bewegung des Trommelfells bei der Contraction des Musc. tensor tympani gewonnen hat.

Ich hatte zuvor betont, dass der psychische Eindruck, den ein Geräusch auf uns macht, von wesentlicher Bedeutung für das Auftreten der Reflexaction zu sein scheine; anderweitige Beobachtungen bezüglich der an anderen Organen durch Gehörswahrnehmungen hervorgerufenen Reflexe dürften diese Beobachtung bestätigen. Ich erinnere an die Versuche von L. Conty und A. Charpentier.[2]) Sie untersuchten unter Anderem die durch Wahrnehmung von Geräuschen mannigfacher Art auf das Herz und das Gefässsystem ausgeübten Reflexwirkungen bei curarisirten Hunden und fanden einerseits, dass mit der Häufigkeit des Schallreizes die Reflexzuckung stetig abnahm, andererseits, dass die verschiedenen Hunde in verschiedener Weise auf den gleichen Schallreiz reagirten, und schliesslich, dass »la réflexe cardio-vasculaire est lié non à la perception sensitive, mais à un travail cérébral, consécutif et contingent; c'est ce travail cérébral, émotionnel si l'on veut, excessivement variable pour la même excitation, qui réagit secondairement sur la circulation par l'intermédiaire du mésocéphale; et en résumé, une excitation sensorielle déterminera une réflexe cardio-vasculaire seulement quand elle sera émotionnelle.«

Auch bei meinen Versuchen am Menschen war die Wirkung der Töne und Geräusche eine sehr verschiedene. Bei zwei meiner Versuchspersonen — Nr. 6 und 10 der Tabelle — habe ich überhaupt keine deutliche Zuckung gesehen, wenngleich ich

1) Wien 1867. Anatomisch-physiologische Studien etc.

2) Archives de physiologie normale et pathologique, 1877, p. 525 u. f

mir schon von vornherein Personen aussuchte, bei denen ich einen relativ leichten Ablauf von Reflexactionen vermuthen konnte. Es liegt somit die Vermuthung sehr nahe, dass z. B. bei kräftigen, vollgesunden Männern, die im Allgemeinen weniger einer Beeinflussung ihres psychischen Gleichgewichts, wenn ich so sagen darf, zugänglich sind, es noch schwerer sein dürfte, durch Geräusche, wie ich sie experimentell erzeugt habe, Reflexzuckungen hervorzurufen, als dies schon bei meinen Versuchspersonen der Fall war.

Eine Beobachtung von Bürkner[1]) zeigt, dass durch sehr intensive Schalleinwirkungen thatsächlich störende Reflexzuckungen des Tensor auftreten können, sofern der besondere Zustand des Trommelfells — Atrophie — eine ausnahmsweise leichte und ergiebige Bewegung gestattet und bestätigt auch nach anderer Richtung in der schönsten Weise meine Beobachtungen. »Ein etwa 30jähriger Locomotivführer klagte, dass er seit einigen Tagen jedesmal beim Ertönen der Dampfpfeife und mitunter auch bei anderen starken Geräuschen ein lautes Knacken und gleichzeitig eine Bewegung im rechten Ohr spüre.« »Durch lautklingende Stimmgabeltöne, Klappern mit messignen Eiterschalen und ähnliche Geräusche war das vom Patienten beschriebene Symptom nicht zu erzeugen; wohl aber trat es zweimal — und zwar für Bürkner durch das Otoscop hörbar — ein, als B. auf der Fensterscheibe mit dem Messer ein sehr unangenehmes, kratzendes, quitschendes Geräusch hervorbrachte.« Man erkennt sofort die vollständigste Uebereinstimmung der Bedingungen, unter denen hier und in meinen Versuchen Zuckungen auftraten, und man wird deshalb nicht fehlgehen, wenn man mit Bürkner annimmt, dass es sich um eine Tensorcontraction allerdings nicht durch Erschütterung des Trommelfells, sondern durch reflectorische Einwirkung herbeigeführt gehandelt hat. Dass hierbei ein für den Beobachter wahrnehmbares Geräusch entstand, dürfte mit dem schlaffen und atrophischen Trommelfell, welches bei dem Locomotivführer

---

1) A. f. O. Bd. XXI, pag. 176: Tensorkrampf bei Erschütterung des Trommelfells.

gefunden wurde, zusammenhängen. Gesehen hat Bürkner die Zuckung nicht.

Auch die subjective Empfindung des Locomotivführers ist ganz ähnlich der, die von meinen Versuchspersonen, sofern sie überhaupt eine subjective Empfindung hatten, angegeben wurde: »Es zuckt etwas im Ohr«; »es bewegt sich etwas«. Zur Auffassung der subjectiven Empfindung gehört offenbar eine gewisse Feinheit der Selbstbeobachtung; war aber erst einmal die subjective Empfindung deutlich wahrgenommen worden, so wurde sie von meinen Versuchspersonen in allen Fällen, wo ich Zuckung beobachtet hatte, sofort ungefragt angegeben, aber auch einige wenige Male sonst, wo mir die Bewegung offenbar entgangen war; niemals aber fehlte sie bei den Personen, die überhaupt Zuckungsgefühl hatten, wenn ich deutlich Zuckung gesehen hatte. Die grosse Mehrzahl der Personen hatte aber überhaupt kein Zuckungsgefühl, und erklärt sich dies unschwer daraus, dass der Sinnesreiz — das Geräusch, der Ton — den Empfindungsreiz — das Gefühl der Muskelcontraction — überwog und so den letzteren nicht zur bewussten Wahrnehmung kommen liess.

Das Ergebniss der Arbeit lässt sich dahin zusammenfassen, dass der Musc. tens. tymp. ein Schutzapparat des Ohres ist und zwar

1) im Zustande der Ruhe dadurch, dass der Muskel, ohne den Ablauf der Schallschwingungen der Gehörknöchelchen an sich zu erschweren, die Schwingungsweite derselben insoweit einengt, als für eine empfindungslose Wahrnehmung der sensoriellen Reize erforderlich ist. Dieser Schutz scheint noch für relativ grosse Amplituden der Schallschwingungen zu genügen und gliedert sich harmonisch in die mechanische Leistung des gesammten Schallleitungsapparates ein.

Der Muskel verhindert weiter eine übermässige Auswärtsbewegung des Hammers und Trommelfells und wirkt, fügen wir hinzu, als Antagonist des Musc. stapedius insoweit, als sein natürlicher Zug für die normale Wirkungsweise des letzteren in gleicher Weise nothwendig ist, wie dies bei allen anderen

antagonistischen Muskelgruppen der Fall ist, wo die eine Gruppe auch nur unter Mitwirkung der anderen zur vollen und gesetzmässigen Wirkung gelangen kann.

2) Seine Contraction schützt das Ohr dadurch, dass sie Aufnahme und Fortleitung der Schallschwingungen durch den Schallleitungsapparat erschwert. Die Contraction wird reflectorisch weitaus am häufigsten durch intensive Geräusche anscheinend besonderer Art, sehr viel seltener durch intensive höchste Töne hervorgerufen. Die besondere Art der Geräusche scheint darin zu liegen, dass durch sie im Sinne der Helmholtz'schen Theorie eine besonders grosse Zahl von Nervenendelementen gereizt wird, ihnen somit eine besonders erhebliche Reizstärke vermuthlich innewohnt.

In derselben Sitzung (19. Januar 1898) sprach Herr Wernicke:

Über Immunisirungsversuche bei der Bubonenpest.

Seitdem die Pest im Frühjahr 1894 angefangen hat von der einen ihrer alten Heimstätten aus im Süden von Centralchina sich wieder auszubreiten und in den folgenden Jahren an verschiedenen Theilen des südlichen Asiens und namentlich in Bombay in alter schrecklicher Weise aufgetreten ist, hat diese Krankheit, die man fast schon zu den vergessenen zählte, das Interesse der ganzen Welt aufs Neue erregt. Alle Staaten haben Abwehrmassnahmen vorgesehen, seitdem die Pest in dem grossen Welthandelsplatz wüthet, von wo die Gefahr einer Verschleppung nach überall hin so nahe gerückt ist. Als wesentliche Bereicherung unserer Kenntnisse über die Pest, welche seit ihrem neuen Aufflackern Gegenstand vielfacher Studien geworden ist, dürfen wir die Auffindung des Erregers der Bubonenpest durch Yersin und Kitasato betrachten. Es ist dies ein Gewinn, der für die Prophylaxe der Krankheit nicht hoch genug zu veranschlagen ist, da die neue Entdeckung uns in den Stand setzt, die ersten Fälle der etwa eingeschleppten Krankheit sicher zu erkennen und daher von Anfang an die nothwendigen

Verhütungsmassnahmen gegen eine Weiterverbreitung zu treffen. Bekanntlich hat man bald nach Entdeckung des Pestbacillus, namentlich im Institut Pasteur angefangen, die Principien der Blutserumtherapie bei Diphtherie und Tetanus auch auf die Pest zu übertragen und den Versuch gemacht, von grösseren Laboratoriumsthieren (Pferden), welche man gegen den Pestbacillus immunisirt hat, ein Serum zu gewinnen, welches als Heil- und Immunisirungsmittel zur Bekämpfung der Krankheit bei dem Menschen Anwendung finden sollte. Solche, namentlich von Yersin in seinem Laboratorium in Nha-Trang in Asien und im Institut Pasteur hergestellte Pestheilsera haben bei der jetzigen Pestepidemie in Asien Verwendung gefunden. Die Ansichten über die Wirksamkeit des Pestheilserums beim Menschen sind noch getheilt.

Dankenswerthe Gelegenheit, eigene ausführlichere Untersuchungen über den Erreger der Pest anzustellen, namentlich nach der Richtung hin, ob die Herstellung eines stark wirksamen Pestheilserums leicht und schnell möglich sei, wurde mir und meinem Assistenten Herrn Arndt von April vorigen Jahres ab bis Ende desselben dadurch gegeben, dass der Director des Hygienischen Instituts, Herr Geheimrath Behring, uns zwei Pestculturen zur Verfügung stellte. Die Culturen stammen aus dem Institut Pasteur in Paris. Die eine derselben war bezeichnet als Pest Bombay, die andere als Pest Paris. Eine dritte Cultur stellte uns die Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. Kurth, Directors des bacteriologischen Iustituts der Stadt Bremen, zur Verfügung, so dass Gelegenheit zu vergleichenden Untersuchungen gegeben war. Der Plan für die Immunisirungsarbeiten wurde von vornherein so festgelegt, dass der Versuch gemacht werden sollte, aus den Culturen des Pestbacillus ein specifisches und möglichst hochgradig giftiges Pesttoxin in grösserer Menge zu gewinnen, um mit demselben grössere Thiere zur Heilserumgewinnung in bekannter methodischer Art und Weise mit allmählich steigenden Dosen dieses Giftes zu behandeln und das Blut zur Antitoxingewinnung zu verwenden. Bei diesen Versuchen hat uns der bewährte Rath und die Unterstützung seitens des Herrn Geh. Raths Behring an keiner Stelle gefehlt, und hat Derselbe uns

auch bereitwilligst das nothwendige Thiermaterial an grossen Thieren zur Verfügung gestellt, wofür zu danken wir auch an dieser Stelle nicht verfehlen wollen. Die Immunisirung grösserer Thiere mit lebenden virulenten Culturen des Pestbacillus, wie eine solche bei den Versuchen am Institut Pasteur zur Heilserumgewinnung ausgeführt war, wurde von vornherein nicht in Aussicht genommen, weil einmal die mit lebenden Culturen unternommenen Immunisirungsversuche kein sicheres gleichmässiges Resultat geben, und dann die Verantwortung nicht getragen werden konnte, unsere Stadt Marburg der Gefahr einer ev. Pestinfection auszusetzen, da von grösseren, nicht mehr genügend zu controlirenden Thieren, welche mit lebenden Pestbacillen inficirt sind, die Erreger der Pest in die Umgebung nach aussen abgegeben werden. Mit Pestgift behandelte Thiere boten keinerlei Gefahr. Auch das war von vornherein klar, dass die Aussichten ein stark wirkendes Pestantitoxin zu erhalten nur gering seien, wenn die Herstellung eines stark wirksamen Pestgiftes, das bis dahin noch nicht bekannt war, etwa wie das der Diphtherie oder des Tetanus nicht gelänge.

Bevor an die Lösung dieser Aufgabe gegangen werden konnte, war es nothwendig, die Studien über die Morphologie und Biologie des Pestbacillus an der Hand unserer Culturen anzustellen, die in ihren Grundzügen im April vorigen Jahres durch die grundlegenden Arbeiten von Yersin und Kitasato bekannt waren und im Verlaufe unserer Arbeiten durch die bekannten neueren Veröffentlichungen von Abel, Wilm und die Arbeiten der verschiedenen Pestcommissionen, namentlich der deutschen in Bombay, bestätigt worden sind. Da die Untersuchnng unserer Pestbacillen-Culturen Abweichendes von dem nunmehr Bekannten nicht ergeben hat, so wollen wir auch auf die Morphologie und Biologie des Pestbacillus nicht genauer eingehen. Unsere drei Culturen verhielten sich in biologischer Beziehung ziemlich gleich, nur schien die als Pest-Bombay bezeichnete Cultur im Thierexperiment bei Mäusen und Meerschweinchen am virulentesten zu sein. Selbstredend wurden wegen der Gefahr der Verbreitung des Pestbacillus auch von inficirten kleinen Laboratoriumsthieren aus sowohl durch die

Dejectionen und von den Lungen aus, als auch durch parasitische Insecten, welche den Keim aus dem Blute der geimpften Versuchsthiere oder sonst aufnehmen und verschleppen können, mit den penibelsten Vorsichtsmassnahmen während der ganzen Untersuchungsdauer gearbeitet. Als ganz besonders unbequem empfanden wir in unserem sonnigen und heissen Laboratorium in den Sommermonaten die Belästigung durch die Fliegen, da für dieselben der eigenartige Geruch, den die Pestculturen aushauchen, eine ausserordentliche Anziehungskraft zu besitzen scheint. Denn regelmässig konnten wir beobachten, dass dieselben, wenn die Culturmassen von den Agarröhrchen zur Gewinnung der Bacillenmassen abgestrichen wurden, sich unausgesetzt bemühten auf diese Röhrchen zu gelangen. — Mäuse und Meerschweinchen wurden in hohen Glasgefässen gehalten, das Streumaterial (Holzwolle, Torfmull) war entweder antiseptisch präparirt, oder am Boden der Glaskäfige befand sich eine Schicht Sublimatlösung, und die Thiere sassen darüber auf einem Drahtgeflecht. Die Käfige verschloss ein dichtmaschiges Drahtnetz, um den Fliegen den Zutritt zu verwehren. Von Formalin und Insectenpulver wurde ausgiebiger Gebrauch gemacht. Wenn ein Versuchsthier der Impfung erlegen war, so wurde der ganze Käfig mit Inhalt zunächst mit Sublimatlösung angefüllt, und das Thier einige Zeit in der Lösung belassen. Erst dann wurde die Section vorgenommen, welche gleichfalls mit äusserster Sorgfalt ausgeführt wurde. Nach beendeter Section wurden die Cadaver sofort in ein daneben stehendes Wasserbad mit kochendem Wasser geworfen und nach dem Durchkochen zusammen mit dem Futter und der Streu der Käfige verbrannt. Die mit Pestbacillen geimpften Thiere verblieben unter unserer Aufsicht im Laboratorium. Das ganze Laboratorium wurde häufig feucht mit Sublimatlösung aufgewischt. Culturgefässe, hgd. Tropfen etc. kamen in Sublimatlösung und wurden dann ausgekocht. — So haben wir nicht beobachtet, dass ein Laboratoriumsthier, geschweige denn ein Mensch mit Pest inficirt worden wäre. — Später, von Mitte Juli ab, hatten wir durch die Güte des Herrn Metschnikoff in Paris hergestelltes Pestheilserum zu ev. Immunisirungs- und Heilzwecken bei Menschen zur Verfügung gestellt erhalten

Das Heilserum liess bei seiner Prüfung im Experiment bei Meerschweinchen bei einer starken Infection sicher heilende oder immunisirende Wirkungen allerdings nicht hervortreten, es würde aber wahrscheinlich doch angewendet worden sein, wenn eine Infection beim Menschen unglücklicherweise erfolgt wäre, da berichtet wurde, dass auch im Thierexperiment nur schwach wirksames Pestheilserum bei erkrankten Menschen von Wirkung gewesen sei.

Von unsern Thierversuchen bei subcutaner Infection mit lebenden Pestbacillen wollen wir nur hervorheben, als bisher weniger bei der Beschreibung der Experimente betont, dass wir öfters Gelegenheit hatten, das Auftreten von Localisationen der Pesterkrankung in den Lungen von Mäusen und Meerschweinchen in der Art zu beobachten, dass etwa stecknadelkopfgrosse graue Herde im Lungengewebe bei der Section sich fanden, die von einer stärkeren Entzündungszone mit kleinen Blutergüssen umgeben war. In solchen Herden fanden sich dann zahllose Pestbacillen. Wir erklären uns das Auftreten solcher Herde als secundäre Infectionen, zum Theil vielleicht bedingt durch Einathmung von Pestbacillen. Weiterhin fiel es uns auf, dass Meerschweinchen und Mäuse, welche mit geringen Mengen von Pestbacillen geimpft waren und zwar mit solchen Culturen, die die volle Virulenz nicht hatten, oft erst nach Monaten zu Grunde gingen unter den Zeichen des höchsten Marasmus. Pestbacillen waren dann in den Cadavern auch culturell nicht mehr nachweisbar; nur zeigten sich in allen solchen Fällen die inguinalen und axillaren Lymphdrüsen bis zur Erbsengrösse geschwollen. In einem Falle fanden wir bei einer sechs Wochen zuvor mit Pestbacillen geimpften Maus eine kirschkerngrosse lymphoide Geschwulst die vergrösserten retroperitonealen Lymphdrüsen darstellend in der Bauchhöhle. Als pathognomonisch für den nahe bevorstehenden tödtlichen Ausgang der Pestinfection bei Mäusen konnten wir fast regelmässig eine starke, weissliche, eiterähnliche Secretion im Conjunctivalsack bei Mäusen constatiren verbunden mit Corneatrübungen. Pestbacillen konnten in diesem Secret nicht nachgewiesen werden. Auch bei Meerschweinchen fanden wir oft gegen das tödtliche Ende hin eine stark vermehrte Secretion von Thränenflüssigkeit, die auch dann zu be-

merken war, wenn wir nur Pestgift injicirt hatten. — Dass letzteres auch im Körper der mit Pestbacillen inficirten Meerschweinchen vorhanden ist, glauben wir durch folgende Beobachtung erhärten zu können: Bei einem Meerschweinchen, welches an einer Infection mit Pestbacillen von der Bauchhöhle aus zu Grunde gegangen war, fand sich bei der unmittelbar nach dem Tode vorgenommenen Section ein grosses, blutigseröses Pleuratranssudat. Mikroscopisch waren Pestbacillen nicht nachweisbar. Von diesem Transsudat erhielten zwei Mäuse, um festzustellen, ob diese Flüssigkeit vielleicht immunisirende Eigenschaften besässe, wie z. B. das Pleuratranssudat von Meerschweinchen bei Diphtherie, je 1 ccm. subcutan injicirt. Fast unmittelbar nach der Injection erschienen die Thiere schwer krank, sie sassen zu einer Kugel zusammengezogen mühsam athmend da und waren nach Verlauf einiger Stunden unter langdauernden Krämpfen zu Grunde gegangen. Der tödtliche Ausgang dürfte auf eine Intoxication und nicht auf eine Infection zurückzuführen und somit der Nachweis erbracht sein, dass die Pestbacillen im Körper der Versuchsthiere Gift bilden.

Ueber unsere weiteren orientirenden Versuche betreffend das Verhalten der Pestbacillen gegenüber chemischen und physikalischen Einflüssen können wir um so schneller hinweggehen, als unsere Resultate im Wesentlichen übereinstimmen mit den später veröffentlichten der deutschen Pestcommission und anderer Untersucher. Bei Beginn unserer Versuche im April und Mai, zu einer Zeit, wo diese Verhältnisse noch nicht genügend bekannt waren, war es für die Vornahme unserer Arbeiten mit dem Pestbacillus in gewisser Art und Weise beruhigend, dass die Widerstandsfähigkeit der Pestbacillen schädigenden Einflüssen gegenüber keine erhebliche ist. In unsern Versuchen sahen wir Pestbacillen enthalten in den Organen einer inficirten Maus in Concurrenz mit andern Bacterien sehr schnell ihre Virulenz und Wachsthumsfähigkeit verlieren. Im Blut und Organsaft von inficirten Mäusen, feucht oder trocken auf Leinwand gebracht, waren die Pestbacillen nach 2—8 Tagen nicht mehr nachweisbar; ebenso schienen dieselben in gleicher Zeit in Wasser zu Grunde gegangen zu sein, wenn man das Blut an Pest eingegangener Thiere in Wasser brachte. Auch in dem

Cadaver einer an Pest verendeten Maus, der mit Erde bedeckt war, konnte nach sechs Tagen der Pestkeim nicht mehr gefunden werden.

In dickeren Schichten aber glashart getrocknet blieben die Pestbacillen 10—14 Tage in einigen Exemplaren noch lebend und virulent, was wir in folgender Art gelegentlich beobachteten: [ob wir hier noch nicht näher bekannte Dauerformen vor uns gehabt haben, lassen wir dahingestellt]: Um festzustellen, ob aus 10—14 Tage lang im Brütschrank getrockneten Pestbacillenrasen von Agarculturen durch Centrifugirung nach vorherigem Zerpulvern der Bacillenmassen im Mörser und Verreibung mit Glycerinlösung vielleicht giftige specifische Toxine zu extrahiren seien, in derselben Art wie es Koch mit Tuberkelbacillen zur Gewinnung der neuen Tuberkulosegifte gethan hatte, beobachteten wir, dass selbst nach mehrmaligem Centrifugiren und Trocknen der Bacillenmassen mehrere mit diesen Extracten intraabdominell inficirte Thiere an Pestinfection zu Grunde gingen.

Schliesslich möchten wir noch von unsern culturellen Studien hervorheben, dass die Lebensdauer der Pestbacillen in flüssigen und festen Nährmedien eine sehr lange ist; denn wir konnten aus Kolben von Pestbouillonculturen noch nach fast vier Monaten des Wachsthums lebensfähige und virulente Culturen herauszüchten. Auf Agar und Gelatine blieben Pestbacillen sechs Monate am Leben.

Bei den Versuchen, ein specifisches Pestgift aus den Pestculturen zu gewinnen, versuchten wir zunächst die Frage zu entscheiden, ob das Pestgift in den Bacillenleibern verbliebe, oder in den Flüssigkeiten enthalten sei.

Zu dem Zwecke wurden zunächst eine grössere Reihe von Bouillonkolben mit den verschiedenen uns zur Verfügung stehenden Culturen geimpft. Jüngere wie ältere Bouillonculturen wurden dann durch Porzellanfilter filtrirt, und das keimfreie Filtrat in anwendbarer Dosis durch subcutane Injection bei Meerschweinchen auf etwaige Giftigkeit geprüft: Eine Giftwirkung liess sich nicht erkennen.

Dann wurden in einer andern Versuchsreihe die Pestbacillen in den Pestbouillonculturen durch Chemicalien wie $^1/_2$% Carbol-

säure und Chloroform, oder durch Temperaturen von 60° sterilisirt. Mehrfach erreichten wir nicht eine sichere Sterilisirung der Bouillonculturen durch eine einstündige Erwärmung auf 60°, und ebenso liess die Desinfectionswirkung des Chloroforms bei Anwendung von 2 % Chloroform in 20 Stunden uns mehrfach im Stich, so dass wir mit solchen erhitzten oder durch Chloroform vermeintlich sterilisirten Culturen behandelte Thiere an einer Pestinfection verloren. Um diesen Ausgang zu vermeiden, erhitzten wir dann auf 65° und wandten 5 % Chloroform an. — Die mit Carbolsäure oder Chloroform behandelten, oder auf 65° erhitzten Culturen liessen im Thierexperiment keinerlei Giftwirkung erkennen.

Da die Cultur-Flüssigkeiten in unsern ersten Experimenten specifische Gifte nicht zu enthalten schienen, so wurde der Versuch gemacht, aus den Bacillenleibern Gifte zu gewinnen. Die Ausbeute der Bacillenmassen aus flüssigen Culturen war zunächst so gering, dass wir, um nur einigermassen grössere Mengen von Bacterienleibern zu erhalten, den Bacterienrasen von Agarculturen durch Abkratzen der Oberflächen gewannen.

Wie schon oben erwähnt, versuchten wir dann zunächst die abgekratzten Bacillenmassen durch Trocknen im Brütschrank und Exsiccator abzutödten und durch Centrifugirung und Extraction mit Glycerinlösungen nach vorheriger Pulverisation specifische Gifte zu extrahiren. So erhielten wir Gifte, welche bei intraabdomineller Injection in der Dosis von 1 : 25000 Meerschweinchengewicht die Thiere tödteten. Es zeigten die Thiere bei der Section eine heftige Entzündung der Organe der Bauchhöhle, fibrinöse Beschläge auf Leber, Milz und Darm. — Da das Trocknen und Centrifugiren der Pestbacillen dieselben aber nicht sicher abtödtete, so wurden in einer anderen Reihe von Experimenten die von 2—4 tägigen Agarculturen gewonnenen Bacillenmassen durch Eintragen in Schalen mit absolutem Alkohol abgetödtet, darauf in Exsiccator getrocknet und pulverisirt, dann mit Kochsalz- oder Glycerinlösungen verrieben und extrahirt. Diese so gewonnenen Massen führten bei subcutaner Injection bei Meerschweinchen in der Dosis von 1 : 1500—3000 Körpergewicht in 24—48 Stunden den Tod herbei. Bald nach der Injection dieser Massen entstand in der Unterhaut an der Injectionsstelle

ein starkes Oedem, das sich über die ganze Unterseite des Leibes verbreitete und feste Consistenz annahm. Unter Temperaturerniedrigung, Athemnoth uud Krämpfen gingen die Thiere dann rasch zu Grunde. Bei der Section fand sich in der Unterhaut eine enorme entzündliche Schwellung mit Schwartenbildung, die subcutanen Lymphdrüsen waren vergrössert, die innern Organe mit Blut überfüllt. Von der Bauchhöhle aus führten sehr viel kleinere Mengen dieser giftigen Bacillenmassen den Tod der Meerschweinchen herbei. Aus einer grösseren Menge von Bouillonkolben erhielten wir durch Decantiren der klaren Flüssigkeit und Centrifugiren des Bodensatzes eine kleine Menge von Bacillenkörpern, welche ebenso behandelt, wie eben beschrieben, bei subcutaner Injection Meerschweinchen in der Dosis von 1 : 10000 Körpergewicht in 24—48 Stunden tödteten.

Geringere Mengen dieses giftigen Bacillenpulverextractes erzeugten bei Meerschweinchen grosse zu Hautnecrosen führende Entzündungen der Haut und Uuterhaut.

Bei Mäusen und Kaninchen erwies sich dieses giftige Bacillenpulver von sehr viel geringerer Giftigkeit, die Dosen auf das Körpergewicht der Thiere berechnet. Diese Thiere bekamen nach der subcutanen Injection nur umfangreiche, zur Necrosenbildung führende Entzündungen, von welchen die Thiere sich entweder erholten, oder an welchen sie nach mehr oder weniger langer Zeit an Erschöpfung durch langwierige Eiterung, oder durch Ansiedelung anderer Bacterien in den wunden Stellen zu Grunde gingen.

Die vorläufige Unmöglichkeit, aus Bouillonculturen grössere Mengen von Bacillenmassen zu gewinnen, da die Pestbacillen in den ersten Monaten unserer Versuche nur relativ spärlich in den Bouillonkolben wuchsen, und der Wunsch mit den von Agarculturen gewonnenen giftigen Bacillenmassen Immunisirungsversuche an grösseren Thieren anzustellen, um Heilserum ev. zu präpariren, bestimmten uns grössere Mengen von Bacillenmassen von Agarculturen zu präpariren. Wenn die Immunisirung eines grösseren Thieres in methodischer Art und Weise vorgenommen werden sollte, so musste eine grössere Menge eines Pestgiftes von bekannter Wirksamkeit vorhanden sein.

Zugleich hofften wir, dass grössere Thiere wie Ziegen, Ochsen und Pferde für unser Bacillenpestgift vielleicht recht hochgradig empfindlich wären.

Die Gewinnung solcher Bacillenmassen von Agarculturen in grösserer Menge stellte sich als ein höchst zeitraubendes und lästiges Verfahren dar, da zu einem einzigen Gramm trockner Bacillensubstanz der schleimige Rasen von 300 3—4 tägiger Pestagarculturen erforderlich war. Wir möchten an dieser Stelle bemerken, dass wir in verschiedenen Experimenten nicht die Beobachtung haben machen können, dass ein Unterschied in der Virulenz zwischen üppig und weniger üppig gewachsenen Agarculturen vorhanden war. — Schliesslich kamen wir zu einer grösseren Quantität von etwa 35 gr. trockner Bacillensubstanz. Als wir dieses giftge Bacillenpulver nun bei einem Ochsen, einem Pferd und einer Ziege in subcutaner Injection mit relativ kleinen Mengen anwandten, reagirten die Thiere zwar mit Temperatursteigerungen und vorübergehendem Kranksein auf die Injectionen, zugleich zeigten sich aber so starke locale entzündliche Processe, dass wir nothgedrungen von weiteren Injectionen Abstand nehmen mussten. Namentlich entstand bei dem Pferde, auf dessen Immunisirung wir grosse Hoffnung gesetzt hatten, eine etwa einen halben Quadratmeter grosse subcutane Eiterung, die mehrfache Incision für den Abfluss des Eiters erforderlich machte und eine monatelange Dauer bis zur Heilung beanspruchte. Diese Eiterungsprocesse mussten wir auf die Wirkung der injicirten todten Bacillenleiber zurückführen, deren vollkommene Extraction und Resorption im Thierkörper wir erwartet hatten. Wegen der unangenehmen Nebenwirkung der Eiterung nahmen wir dann Abstand, die Immunisirung der Thiere mit den giftigen Bacillenleibern weiter fortzusetzen.

Neben den Versuchen der Giftgewinnung aus Pestbacillenculturen von festen Nährböden wurden diejenigen unausgesetzt weitergeführt, welche zunächst darauf abzielten, in flüssigen Nährmedien ein reichliches Wachsthum der Pestbacillen zu erhalten. Die oben mitgetheilte Beobachtung, dass Pestgift in löslicher Form in dem Pleuratranssudat eines an Pest verendeten Thieres vorhanden gewesen war, legte uns den Gedanken nahe,

dass vielleicht doch in flüssigen Nährmedien von den Bacterien, wenn vielleicht auch nur durch Extraction der Bacillenleiber der abgestorbenen Pestbacillen in den Culturflüssigkeiten ein Gift sich anhäufe, das vielleicht so labil sei, dass es durch Filtration, durch Carbolsäure, Chloroform oder Erhitzung auf 60°—65° zerstört würde.

Durch schnelle Uebertragung von jungen Bouillonculturen in frische Bouillon mehrmals hintereinander gelang es zunächst ein üppiges Wachsthum der Pestbacillen in der Bouilloncultur zu erhalten, welches sich namentlich als ein üppiges Oberflächenwachsthum mit Hautbildung documentirte. Durch Ueberimpfung solcher üppiggewachsenen Bouillonculturen, die sich auch als stark virulent erwiesen, in grössere Culturkolben erhielten wir auch hier ein üppiges Oberflächenwachsthum bei allgemeiner Trübung der Bouillon. Im Laufe einiger Wochen bildete sich dann ein fingerhoher, stärkerer, weisslicher Bodensatz, während die Culturflüssigkeit im Allgemeinen sich klärte und die Oberflächenhaut sich zu Boden senkte und sich wieder neu bildete. Die Oberflächenhaut ist glatt, grauweiss, fettig glänzend und bröckelig.

Es erforderte dann ein mehrere Monate dauerndes Experimentiren mit den verschiedensten flüssigen Nährmedien, um zu erfahren, welche Zusammensetzung der Bouillon das beste Wachsthum für die Pestbacillen gewährt. Es wurden Bouillonarten aus Fleisch und Fleischextract mit verschiedenen Zusätzen von Pepton, von Blut, Blutserum, von Traubenzucker und von Glycerin geprüft, weiterhin verschiedene Alcalescenz- und Säuregrade des Nährbodens durchgeprobt, auch die Wachsthumsverhältnisse bei 37°, 35°, 30° und Zimmertemperatur untersucht. — Es zeigte sich aus allen Versuchen, dass die Bouillon, welche durch das Auskochen des Fleisches erhalten wird, mit 1% Pepton- und ½% Kochsalzzusatz, und welche nach ihrer vollkommenen Neutralisirung einen Zusatz von 0,02—0,1 Normalnatronlauge erfahren hatte, den geeignetsten Nährboden für ein üppiges Wachsthum der Pestbacillen darstellte. Die Temperaturen von 35° und 37° ergaben ein schnelleres Wachsthum, als die von 30° oder die Zimmertemperatur, aber nach vielen Wochen war

bezüglich der Reichlichkeit des Wachsthums bei den verschiedenen Temperaturen ein erheblicher Unterschied nicht mehr zu constatiren.

Wurden nun solche 8-12 Wochen alte Bouillonculturen mit 5% Chloroform, oder ½% Carbolsäure behufs Abtödtung der Bacillen versetzt, oder zu dem gleichen Zwecke 1 Stunde auf 65° erhitzt und nun Mäusen und Meerschweinchen injicirt, so konnte man wie in den früheren Experimenten eine Giftwirkung nicht constatiren. Auch wenn solche Bouillonculturen mit der dreifachen Menge Alkohol versetzt wurden, so erwies sich der entstehende Niederschlag von keiner wesentlichen Giftwirkung. Der Alkoholniederschlag erzeugte bei Versuchsthieren nur Necrosen der Unterhaut.

Dagegen zeigte die klare Flüssigkeit der Bouillonculturen bei Mäusen eine erhebliche Giftwirkung, wenn die Culturen zum Zweck der Abtödtung der Bacillen mit 0,25% Formalin oder 5% Toluol versetzt wurden und mehrere Tage im Brütschrank oder bei Zimmertemperatur gestanden hatten, behufs Auslaugung der abgetödteten Bacillenleiber in der Flüssigkeit. Dann war die klare Flüssigkeit für Mäuse so giftig, dass 0,1 ccm genügte, um bei subcutaner Injection eine weisse Maus zu tödten. Ausser einer Blutüberfüllung der innern Organe war eine leichte Vergrösserung der subcutanen Lymphdrüsen zu constatiren.

Um das Gift aus solchen Bouillonculturen in fester Form zu gewinnen, wurden dieselben in bekannter Weise mit Ammoniumsulfat übersättigt. Der sich an der Oberfläche ausscheidende Niederschlag wurde auf Thontellern von der Flüssigkeit befreit und im Vacuumexsiccator getrocknet. Dieser Niederschlag war so giftig, dass auf das Gewicht berechnet 1 g genügte, um 40—72000 g lebend — Mäusegewicht sicher zu tödten. ¼ mg tödtete eine Maus in weniger als 24 Stunden, 0,1 sofort nach der Injection, 0,01 in 6 Stunden, 0,005 in 10 Stunden. —

Solches Gift gelang es nun in grösserer Menge herzustellen, am besten aus mehrere Monate alten Culturen. Aus 14 tägigen Bouillonculturen erhielten wir kein Gift. —

Das für Mäuse so stark wirksame Gift, war für Meerschweinchen unwirksam. Dosen von 0,2—0,4 g erzeugten nur Necrosen.

Das Gift ist übrigens ein sehr labiler Körper und nimmt schon bei der Conservirung in trockenem Zustande schnell und erheblich an Wirksamkeit ab. Carbolsäure, Chloroform und Alkohol, ebenso eine Erhitzung auf 65^0 schädigen das Gift.

Mit diesem Gifte stellten wir nun bei Ziegen Immunisirungsversuche an, um von diesen Thieren ein antitoxisches Serum zu erhalten. Die Ziegen reagirten schon auf relativ kleinen Dosen mit schnell ansteigendem und wieder abfallendem Fieber; an den Injectionsstellen bildeten sich nach kurzer Zeit wieder verschwindende Anschwellungen. Im Laufe von 4 Wochen erhielten die Thiere steigende Dosen dieses Giftes injicirt, deren letzte so gross waren, dass 40 000 Mäuse durch dieselben hätten getödtet werden können. Ungeachtet der längeren Behandlung mit diesen Giften ist es uns aber bisher nicht gelungen, von den Ziegen ein Blutserum zu erhalten, welches Mäusen injicirt sichere giftimmunisirende Wirkungen entfaltet hätte. Vielleicht wird dies möglich sein, wenn man dieses Gift noch stärker zu concentriren in der Lage sein wird, oder wenn es gelingen sollte, noch stärker giftige Culturen zu erzielen, oder wenn man die Thiere jahrelang mit grossen Giftmengen behandelt. So sind wir denn bezüglich der Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit, mit unsern Giften ein stark wirksames Pestheilserum zu erhalten, ziemlich sceptisch geworden, und beruht vielleicht die einzige Möglichkeit stark wirksames Serum zu erhalten darin, grosse Thiere mit lebenden und virulenten Pestculturen subcutan oder intravenös methodisch zu behandeln. Diese Methode, welche am Institut Pasteur befolgt worden ist, und ein Pestheilserum geliefert hat, welches im Thierexperiment und bei der Anwendung beim Menschen immunisirende und heilende Eigenschaften gezeigt haben soll, konnte von uns aber wie erwähnt, wegen der Gefahr der Pestverbreitung nicht in Anwendung gezogen werden.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 2 Februar 1898

Die Sitzung vom 16. Februar 1898 eröffnete der z. Director der Gesellschaft, Herr Marchand, mit folgenden Gedächtnisworten:

Am 6. Februar d. J. starb zu Leipzig das Ehrenmitglied unserer Gesellschaft Rudolf Leuckart im 76. Jahre.

Leuckart wurde am 7. October 1822 zu Helmstädt geboren. Er studirte in Göttingen und habilitirte sich daselbst für Zoologie im Jahre 1847. 1850 wurde Leuckart als ausserordentlicher Professor nach Giessen berufen, wo er (seit 1855 als Ordinarius) bis 1870 wirkte, um dann den Lehrstuhl für Zoologie in Leipzig einzunehmen. Seit dem 13. December 1895, dem Tage seines 50jährigen Doctor-Jubiläums gehörte Leuckart unserer Gesellschaft als Ehrenmitglied an.

In diesem einfachen äusseren Rahmen liegt ein überaus reicher Inhalt wissenschaftlicher Arbeit, welche schon in jungen Jahren begann und ohne Unterbrechung bis zu den letzten Tagen seines Lebens andauerte. Leuckart war nicht nur als der Älteste unter den deutschen Zoologen allseitig verehrt, sondern er nahm auch nach seinen wissenschaftlichen Leistungen die erste Stelle ein.

Sein wissenschaftliches Arbeitsgebiet war sehr umfassend, und wo er eingriff, hat er Bleibendes geschaffen, denn alle

seine Untersuchungen zeichneten sich durch unübertroffene Gründlichkeit und grossen Scharfsinn, seine Darstellung durch Klarheit aus.

Schon aus dem Jahre 1845 datirt eine mit dem Preise gekrönte Arbeit des zweiundzwanzigjährigen „De monstris eorumque causis et ortu“, welche noch immer von Werth für uns ist; die damals begonnenen Untersuchungen hat Leuckart auch später in Giessen noch fortgesetzt. Rudolf Wagner betraute ihn mit der Vollendung der zweiten Auflage seines Lehrbuches der vergleichenden Anatomie (1845—1847). Von hervorragendem allgemeineren Interesse ist der reichhaltige Artikel Leuckart's über die Zeugung in R. Wagners Handwörterbuch (1853), ferner seine klassische mit Bergmann zusammen herausgegebene vergleichende Anatomie und Physiologie (1852) und die vergleichende Anatomie des Auges in dem Handbuch der Ophthalmologie von Graefe-Saemisch.

Auf Leuckart's zahlreiche speciell zoologische Arbeiten, welche ganz besonders für die vergleichende Morphologie und systematische Stellung der Echinodermen und Coelenteraten von grundlegender Bedeutung waren, einzugehen, ist mir als Nicht-Fachmann nicht möglich. Wohl aber kann ich nicht umhin, der höchst erfolgreichen Thätigkeit Leuckart's auf dem Gebiete der thierischen Parasiten besonders zu gedenken.

Hier hat Leuckart nicht für seine Fachwissenschaft, sondern auch für die Pathologie und die gesammte Medicin Grosses, ja Unübertroffenes geleistet, in dem er nicht blos die schwierig zu ermittelnden Organisationsverhältnisse sehr zahlreicher thierischer Parasiten aufklärte, sondern auch ganz besonders die weit mühevollere Erforschung der Biologie dieser Organismen in einer bis dahin unerreichten Weise förderte. Diese Untersuchungen sind in zahlreichen Einzelarbeiten (Über die Blasenbandwürmer, über Pentastomum, über Trichina spiralis und andere) und sodann in seinem berühmten Handbuch „die Parasiten des Menschen“ niedergelegt. Leider ist Leuckart die Vollendung der zweiten Auflage dieses Werkes nicht mehr vergönnt gewesen.

Leuckart zeichnete sich bis in sein hohes Alter durch eine aussergewöhnliche Lebhaftigkeit des Geistes aus; er war

einer der anregendsten Lehrer seines Faches, und hat eine grosse Anzahl dankbarer Schüler nicht nur in Deutschland, sondern auch im Ausland hinterlassen. Auch unsere Gesellschaft wird dem grossen Forscher und Lehrer der Zoologie ein ehrenvolles Andenken bewahren.

In derselben Sitzung (16. Februar 1898) sprach Herr Karl Schaum:

Über die Anwendung des Lehmann'schen Krystallisations-Mikroskops zur Entscheidung von Isomeriefragen.

Der Chemiker ist häufig vor die Aufgabe gestellt, die Art der Isomerie zweier Körper zu erforschen. Als isomer bezeichnet man solche Stoffe, welche bei gleicher chemischer Zusammensetzung verschiedenes Verhalten zeigen. Die Isomerie kann erstens durch Verschiedenheit der chemischen Einzelmolekel der betreffenden Körper bedingt sein, in diesem Falle liegt chemische Isomerie (Polymerie, Metamerie, Stereoisomerie) vor. Zweitens kann die Isomerie lediglich auf verschiedenem Energieinhalt beruhen, während die Einzelmolekel der Stoffe identisch sind, man nennt solche Körperformen physikalisch-isomer. Die physikalisch-isomeren Stoffe sind also Zustandsformen eines chemischen Individuums; es sind die Aggregatzustände desselben, welche sich bekanntlich unter Energieänderung (Wärmetönung) ineinander umwandeln lassen.

Besonderes Interesse bieten diejenigen Körper, welche mehrere krystallisierte Phasen besitzen; man bezeichnet sie als polymorph. Die Verschiedenheit der polymorphen Stoffe ist an den krystallisierten Zustand gebunden. Der Schnittpunkt der Dampfdruckkurven zweier polymorpher Formen A und B repräsentiert ihren Gleichgewichtspunkt, den sogenannten Umwandlungspunkt, welcher dem Schmelzpunkt völlig analog ist. Schneidet die Dampfdruckkurve der flüssigen Phase diejenigen der beiden krystallisierten Phasen oberhalb dieses Umwandlungspunktes, so zeigen die beiden Formen die Erscheinung der Enantiotropie, wie der von Mitscherlich in dieser Hinsicht

untersuchte Schwefel. Unterhalb des Umwandlungspunktes ist die Form A stabil, die Form B instabil, oberhalb desselben dreht sich das Verhältnis um. Verläuft jedoch die Dampfdruckkurve der flüssigen Phase unterhalb des Umwandlungspunktes, so erhält man die Erscheinung der Monotropie, wie an dem von Zincke untersuchten Benzophenon; ein Gleichgewichtspunkt lässt sich nicht erreichen; die eine Form repräsentiert stets einen instabilen Zustand. Der instabile Zustand einer krystallisierten Modifikation ist dem Zustand einer unterkühlten Flüssigkeit vollständig analog; bei Berührung mit einem Keim der stabilen Phase muss Umwandlung in diese erfolgen; dieselbe schreitet bei genügend hoher Temperatur mit grosser Geschwindigkeit vor; bei tiefen Temperaturen kann sie fast null werden und können dann polymorphe Formen lange Zeit in Berührung miteinander sein, ohne dass eine Umwandlung wahrzunehmen wäre (Kalkspath und Arragonit).

Da die Polymorphie an den krystallisierten Zustand gebunden ist, die Schmelzflüsse, Lösungen und Dämpfe polymorpher Formen also identisch sind, kann eine Form in diesen Zuständen der andern weiterwachsen, wenn sie in Bezug auf jene unterkühlt oder übersättigt sind.

Dieses Verhalten ist jedoch nicht für Polymorphie entscheidend, da auch gewisse chemisch-isomere Körper identische Schmelzflüsse, Lösungen und Dämpfe geben. Im allgemeinen sind diese Zustände für chemisch-isomere Stoffe wegen der Verschiedenheit der Einzelmolekel verschieden. Gewisse chemisch-isomere Körper vermögen jedoch sich wechselseitig ineinander umzuwandeln; es sind dies die sogenannten tautomeren Formen. Beim Schmelzen, Auflösen oder Verdampfen eines der beiden tautomeren Körper stellt sich ein Gleichgewichtszustand zwischen den beiden isomeren Molekelarten her und auf diese Weise werden jene Zustände chemisch-isomerer Stoffe identisch. Zur Herstellung des Gleichgewichtszustandes bedarf es bei manchen Körpern längerer Zeit; Temperaturerhöhung beschleunigt den Vorgang; bei andern Stoffen stellt sich jedoch schon bei Zimmertemperatur fast momentan das Gleichgewicht her. Diese Körper könnte man leicht als polymorph ansehen;

es existiert jedoch ein wesentlicher Unterschied: Die krystallisierten Modifikationen physikalisch-isomerer Stoffe sind (abgesehen vom Umwandlungspunkt) miteinander nicht im Gleichgewicht, und deshalb muss die instabile Form in Berührung mit der stabilen bei genügend hoher Temperatur sich in diese umwandeln. Tautomere Formen sind dagegen im krystallisierten Zustand indifferent gegeneinander; eine Umwandlung im absolut trockenen Zustand findet nicht statt; dagegen tritt eine solche bei Anwesenheit ganz geringer Spuren eines Lösungsmittels ein. Auf Grund der geschilderten Thatsachen ist es leicht, zwei isomere Stoffe der richtigen Isomeriegruppe einzureihen. Makroskopisch bieten solche Untersuchungen grosse Schwierigkeiten; vornehmlich ist die Umwandlung krystallisierter Formen mit blossem Auge häufig kaum zu beobachten. Mikroskopisch lassen sich jedoch alle Fortwachsungs- und Umwandlungserscheinungen sehr genau verfolgen, besonders wenn man polarisiertes Licht anwendet; das verschiedene optische Verhalten isomerer Stoffe lässt dieselben leicht nebeneinander erkennen sowie ihre Umwandlung bequem beobachten. Ein vorzügliches Hilfsmittel für derartige Studien besitzen wir in dem Lehmann'schen Krystallisationsmikroskop, welches den grossen Vorzug besitzt, in einfacher Weise eine Erwärmung und Abkühlung des Präparates zu gestatten. Soll der Charakter der Isomerie zweier Körper festgestellt werden, so schmilzt man eine Probe der einen Substanz auf einem Objektträger, bedeckt den Schmelzfuss mit einem Deckglas und bringt das Präparat unter das Mikroskop. Man lässt sodann abkühlen und impft mit beiden isomeren Formen an zwei verschiedenen Stellen am Rand des Deckglases an. Wächst nur eine Modifikation im Schmelzfluss weiter, so sind die Körper chemisch-isomer. Wachsen beide Formen im Schmelzfluss weiter und bleiben an der Berührungszone auch bei höherer Temperatur (in der nächsten Nähe des Schmelzpunktes) indifferent gegeneinander, so liegt Tautomerie vor. Zehrt dagegen die eine Modifikation die andere entweder sofort nach der Berührung der beiden oder bei höherer Temperatur auf, so müssen wir die beiden Körper als physikalisch-isomer betrachten.

Mit Hilfe des Lehmann'schen Mikroskops konnte ich in der

angegebenen Weise entscheiden, dass die beiden Modifikationen des von Gattermann beschriebenen m-Nitro-p-Acettoluids tautomer sind. Optische und densimetrische Untersuchungen, welche ich an den Schmelzflüssen und Lösungen der beiden Formen anstellte, ergaben die Indentität derselben; während dies auf physikalische Isomerie hindeutete, bewies die Unmöglichkeit der Umwandlung der beiden Formen im absolut trocknen Zustand die Zugehörigkeit derselben zur Tautomerie. Das Gleichgewicht stellt sich fast momentan beim Schmelzen oder Auflösen her. Man erkennt dies auch an der grossen Geschwindigkeit mit welcher sich die gelbe Form in die weisse umlagert, wenn sie mit Alkohol angefeuchtet ist und ein Krystall der weissen Modifikation dazugebracht wird.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei dem von Zincke und mir beschriebenen Hexachlorketodihydrobenzol. Schmilzt man die Substanz unter einem Deckglas und taucht das Präparat unter Quecksilber, so erhält man leicht zwei Formen, eine einfach- und eine stark doppelt-brechende, nebeneinander. Während dieselben bei Zimmertemperatur jahrelang sich fast indifferent gegeneinander verhalten und man hieraus den Schluss auf Tautomerie ziehen könnte, wird beim Erwärmen die doppelbrechende Form von der andern aufgezehrt; man ersieht hieraus, dass es sich um einen Fall von physikalischer Isomerie handelt.

Man ist, wie aus dem Gesagten hervorgeht, im stande, mit Hilfe des Lehmann'schen Krystallisationsmikroskops innerhalb kurzer Zeit und unter Anwendung ganz geringer Substanzmengen den Charakter der Isomerie zweier Körper zu erforschen, eine Aufgabe, welche sich auf makroskopischem Wege nur unter grossem Zeit- und Materialaufwand lösen lässt. Da das Lehmann'sche Mikroskop ausserdem zu einer sehr grossen Anzahl physikalischer und chemischer Untersuchungen mit Vorteil verwendbar ist, (man sehe darüber Lehmanns Molekularphysik und Krystallanalyse) so erweist es sich als ein äusserst nützliches Hilfsmittel für den Chemiker.

Die geschilderten Erscheinungen wurden vermittelst eines von Herrn Professor Kossel gütigst zur Verfügung gestellten Projektionsapparats demonstriert.

In der Sitzung vom 16. Februar 1898 wurden durch vorschriftsmässige Kugelung zu Gesellschaftsmitgliedern erwählt:

Dr. Erich Wernicke, Professor der Hygiene an hiesiger Universität, bisher ausserordentliches Mitglied, zum ordentlichen Mitglied;

Dann zu ausserordentlichen Mitgliedern:

Dr. med. Alfred Noll, } Assistenten am
Dr. med. Friedrich Kutscher, } physiologischen Institut,
Dr. med. Eugen Rost, Assistent am pharmakologischen Institut,
Dr. phil. Karl Toenniges, Assistent am zoologischen Institut,
Dr. phil. Johannes Meisenheimer.

Von eingegangenen Schriften waren aufgelegt:

Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrg. 50. Wiesbaden 1897.
Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. N. F. X. 1. Chur 1897.
Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark Jahrg. 1896. Graz 1897.
Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. Bd. XI, Heft 3. Basel 1897.
Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien. Bd. XXXVII. Wien 1897.
Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt. 1897. Nr. 9 u. 10.
Sitzungsberichte der medicinisch-naturwissenschaftl. Section des siebenbürgischen Museumsvereins. Jahrg. XXII. Bd. XIX.
Fauna, Jahrg. VI, 1896.
Publications de l'Institut Grand-Ducal de Luxembourg. Tome XXV. Luxembourg 1897.
81. Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft in Emden. Emden 1897.
Archives du Musée Teyler S. II, Vol. V, P. III. Haarlem 1897.
Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam:
Verslagen Deel V.
Jaarboek 1896.
Verhandelingen Deel II, Deel V, Nr. 3—8. Deel V, II, Nr. 4—10.
Stavanger Museum 1896. Stavanger 1897.

Von Bergen's Museum:
G. O. Sars. Vol. II., Part. VII u. VIII.
Fauna Norvegiae. Bd. I. Christiania 1896.
Norronaskaller af Barth. Christiania 1896.
Annotationes Zoologicae Japonenses. Vol. I, P. III, Tokyo 1897.
L'intermédiaire des Biologistes Nr. 1, 1897.
Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales. Sydney 1897.
Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and philosophical Society. Vol. 41, Part. IV. Manchester 1897.
Transactions of the Academy of Sciences of St. Louis Vol VII, Nr. 4—16. St. Louis 1895/96.
Proceedings of the Davenport Academy of Natural Sciences Vol. VI. Davenport 1897.
Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard College. Vol. XIX, Nr. 2. Cambridge 1896.
Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College. Vol. XXXI, Nr. 2, 3, 4.
Langley, Memoir of George Brown Goode. Washington 1897.
Departement of Agriculture:
Yearbook 1896 (3 Exempl.).
North American Fauna Nr. 13 (2 Exempl.).
American Naturalist. Vol. XXXI, Nr. 360—370. Philadelphia 1897.
Informe de Museo Nacional de Costa Rica. San José 1896—97.
Museo Nacional de Buenos Aires:
Memoria 1894, 95, 96.
Anales Tom. V. Buenos Aires 1896/97.
Boletin de la Academia Nacional de Ciencias en Cordoba Tom. XV. Entr. 2 u. 3. Buenos Aires 1897.
Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Ser. 3, Vol. III, fasc. 7—10 Napoli 1897.
Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno 294. Rendiconti: Vol. VI, fasc. 2—9. Roma 1897.
Atti e Rendiconti della Accademia Medico-Chirurgica di Perugia. Vol. IX, fasc. 2. Perugia 1897.
Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou 1896, Nr. 4, 1897, Nr. 1. Moscou 1897.
Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de St. Petersbourg. Ser. V, Tom. V, Nr. 3—5. Tom. VI, Nr. 4 u. 5. Tom. VII, Nr. 1. St. Petersbourg 1896/97.
14th Report of the Bureau of Ethnology. Part. I and II, 15th Report Part. I. Washington 1897.
State Museum Report of the University of the State of New York. 48, 1, 2. 3 Albany 1895.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 3 **März** **1898**

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 16. März 1898 hielt Herr A. Kossel einen Vortrag:

Weitere Untersuchungen über die Protamine.[1])

1) Das aus den Spermatozoen des Lachses dargestellte Protamin (Salmin) besitzt die gleiche Zusammensetzung, wie das Clupeïn, welches aus Heringssperma dargestellt ist und ist höchst wahrscheinlich mit ihm identisch. Beide entsprechen der Formel ($C_{30} H_{57} N_{17} O_6$). Die Analysen früherer Forscher, besonders diejenigen Piccards, lassen sich mit dieser Formel in Einklang bringen.

2) Die Analysen des Sturins (aus den Spermatozoen des Störs) führen zu der Formel ($C_{36} H_{69} N_{19} O_7$). Das Sturin besitzt andere Eigenschaften als das Salmin resp. Clupeïn.

3) Erhitzt man die Protamine mit verdünnter Schwefelsäure, so tritt vollständige Spaltung in die Basen (Hexone) ein. Diese sind Histidin, Arginin und Lysin. Der Vortragende hat eine Methode ausgearbeitet, um diese Basen annähernd zu trennen und mit Hülfe derselben gefunden, dass die Spaltung folgendermassen vor sich geht:

---

1) Siehe auch Sitzung vom 14. Juli 1897. Die ausführliche Mittheilung erfolgt demnächst in „Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie“.

$$C_{30}H_{57}N_{17}O_6 + 4H_2O = C_6H_9N_3O_2 + 3C_6H_{14}N_4O_2 + C_6H_{14}N_2O_2$$

Salmin, Clupeïn — Histidin — Arginin — Lysin

$$C_{36}H_{69}N_{19}O_7 + 5H_2O = C_6H_9N_3O_2 + 3C_6H_{14}N_4O_2 + 2C_6H_{14}N_2O_2$$

Sturin — Histidin — Arginin — Lysin.

4) Die Protamine, welche nach früheren Erörterungen (l. c.) als die einfachsten Eiweisskörper aufzufassen sind, sind in mancher Hinsicht den höheren Polysacchariden analog. Wie diese letztere durch das Zwischenstadium der Dextrine hindurch in einfache Hexosen zerfallen, so bilden sich aus den Protaminen zunächst die Protone (Protaminpeptone) und endlich die Hexone. Ein Ferment, welches diese Spaltung analog der Diastase auszuführen vermag, ist das Trypsin. —

In derselben Sitzung (16. März 1898) sprach Herr E. Rost:

Zur Kenntnis der Schicksale der Gerbsäure im tierischen Organismus.

Unter den im Harn nach innerlich verabreichter Gerbsäure auftretenden Umwandlungsprodukten hat man gepaarte Schwefelsäuren bis jetzt nicht nachweisen können. Baumann und Herter[1]), die bei ihrer umfangreichen, quantitativen Untersuchung über das Verhalten aromatischer Substanzen im Tierkörper auch die Gerbsäure bezüglich der Paarung mit Schwefelsäure untersuchten, fanden in dem Harn eines Hundes, dem sie 1,5 g Tannin in den Magen gegeben hatten, die Ätherschwefelsäuren gegenüber der Norm nicht vermehrt, ebenso Rovighi[2]) bei einem an Enteroperitonitis leidenden Patienten nach Klystieren von 10 bis 20 g Tannin.

1) Über die Synthese von Aetherschwefelsäuren und das Verhalten einiger aromatischen Substanzen im Tierkörper. Z. f. physiol. Chemie I (1877).

2) Die Aetherschwefelsäuren im Harn. Z. f. physiol. Chemie XVI. (1892).

Nach diesem Resultat schien die Frage nach der Ausscheidung des Tannins als gepaarte Verbindung in verneinendem Sinne gelöst zu sein; so erklärt z. B. M. Mosse[1]) in seiner Arbeit über die Mengen der Ätherschwefelsäuren im Harn nach Eingabe der Gerbsäurepräparate Tannigen und Tannalbin eine Vermehrung oder Verminderung der gepaarten Schwefelsäuren im Harn als direkte Folge einer grösseren oder geringeren Eiweissfäulnis im Darm, ohne in Zweifel zu ziehen, ob nicht diese Körper selbst einen Paarling der Ätherschwefelsäuren abgeben könnten.

Der Umstand nun, dass in Spickenbooms[2]) und meinen[3]) früheren im hiesigen Pharmakologischen Institut auf Anregung des Herrn Prof. Meyer angestellten Versuchen über die Ausscheidung der Gerbsäure sich unter den Endprodukten im Harn niemals Tannin und nur eine kleine Menge von Gallussäure und andrer durch eigentümliche Farbenreaktionen gekennzeichneten Körper hatte finden lassen, veranlasste mich noch einmal die Untersuchung der quantitativen Verhältnisse der gepaarten Schwefelsäuren im Harn nach Gerbsäurefütterung aufzunehmen.

Hatten sich Baumann und Herter darauf beschränkt, in einem einzigen Versuche die nach einmaliger Fütterung von Gerbsäure an dem Versuchstage ausgeschiedene Menge gepaarter Schwefelsäuren mit der durchschnittlichen Quantität der bei Hunden sonst auftretenden zu vergleichen, so wurde in meinen Versuchen bei einem während 25 Tagen gleichmässig (mit Fleisch) gefütterten Hunde zunächst in einer Vorversuchsperiode von sieben Tagen die bei dem Tiere normal auftretende Menge gepaarter Schwefelsäuren bestimmt; diese verfolgte ich dann unter dem Einfluss von freier oder mit Soda neutralisierter

1) Die Ätherschwefelsäuren im Harn unter dem Einfluss einiger Arzneimittel. Z. f. physiol. Chemie XXIII (1897).

2) Über die Schicksale der Gerbsäure und des Tannigen im Tierkörper. Diss. Marburg 1896.

3) Rost, Über die Ausscheidung der Gerbsäure u. s. w. Arch. f. exp. Path. XXXVIII (1897).

Gerbsäure sowie von Gallussäure. Eine Nachversuchsperiode erschien überflüssig, da eine neue Versuchsreihe nicht eher begonnen wurde, als bis die gesteigerten Tagesmengen der gepaarten Schwefelsäuren wieder den normalen Wert erreicht hatten.

Die quantitative Bestimmung der freien und der gepaarten Schwefelsäure geschah nach der bekannten Baumann'schen [1]) Vorschrift, und zwar wurden mit Ausnahme des 2., 21. und 22. Tags je 100 ccm in Doppelbestimmungen verarbeitet. Es bewährte sich, zur Sprengung der Ätherschwefelsäure mit Salzsäure die Flüssigkeit bis zum Ausfallen des Chlorbariums zu kochen und dies wieder in Wasser zu lösen, da häufig erst jetzt das schwefelsaure Barium ausfiel.

Genannte Körper wurden in wässeriger Lösung in den Magen injiciert. Zur sicheren Abgrenzung der einzelnen Tagesmengen wurde am Ende jedes Tages die Blase des Versuchstiers durch Katheterisieren entleert.

Es sei noch bemerkt, dass nach Eingabe der erwähnten Substanzen der Harn beim Stehen gewöhnlich seine normale Farbe verlor und mehr oder weniger nachdunkelte. Die geringeren oder grösseren Tagesmengen des Harns hielten aber keineswegs mit dem Steigen oder Fallen des spezifischen Gewichtes Schritt, weswegen die entsprechenden Zahlen, die zwischen 1017 und 1039 schwankten, hier weggelassen sind.

---

1) Über die Bestimmung der Schwefelsäure im Harn. Z. f. physiol. Chemie I (1877).

	Reihenfolge d. Tage	Menge des Harns in ccm	Menge der **freien** Schwefelsäure als SO_4 (A): in 100 ccm Harn in g	Mittelzahl in %	im Tagesharn in g	Menge der **gepaarten** Schwefelsäuren als SO_4 (B): in 100 ccm Harn in g	Mittelzahl in %	im Tagesharn in g	Verhältniszahl $\frac{B}{A}$
7 Vorversuchstage.	1.	490	0,2246 0,2250	0,23	1,102	Spuren	—	—	0
	2.	590	in 150ccm 0,4362 0,4447	0,29	1,734	0,0064 0,0064	0,004	0,024	0,01
	3.	530	0,3552 0,3565	0,36	1,886	0,0136	0.014	0,074	0,04
	4.	540	0,3431 0,3464	0,35	1,861	—	—	—	0
	5.	410	0,3766 0,3775	0,38	1,546	0,0100 0,0110	0,010	0,041	0,03
	6.	510	0,3625 0,3652	0,36	1,856	0,0121 0,0129	0,012	0,061	0,03
	7.	400	0,3899 0,3855	0,38	1,551	—	—	—	0
								total: 0,200	

Der Hund erhält am Ende des 7. Tages 5 g Tannin in den Magen.

	Reihenfolge d. Tage	Menge des Harns in ccm	freie: in 100 ccm Harn in g	Mittelzahl in %	im Tagesharn in g	gepaarte: in 100 ccm Harn in g	Mittelzahl in %	im Tagesharn in g	Verhältniszahl $\frac{B}{A}$
7 Tage.	8.	320	0,3283 0,3292	0,33	1,053	0,0203 0,0200	0,02	0,064	0,06
	9.	410	0,3954 0,3962	0,39	1,623	**0,1440** **0,1449**	**0,14**	**0,59**	**0,36**
	10.	385	0,4422 0,4517	0,45	1,721	**0,1017** **0,1007**	**0,10**	**0,385**	**0,22**
	11.	510	0,3859 0,3874	0,39	1,972	0,0389 0,0395	0,04	0,199	0,10
	12.	480	0,3904 0,3888	0,39	1,872	0,0198 0,0204	0,02	0,096	0,05
	13.	380	0,4331 0,4345	0,43	1,640	0,0197 0,0190	0,02	0,074	0,04
	14.	420	0,4414 0,4334	0,44	1,835	0,0171 0,0161	0,02	0,069	0,04
								total: 1,473	

	Reihenfolge d. Tage	Menge des Harns in ccm	Menge der **freien** Schwefelsäure als SO_4 (A): in 100 ccm Harn in g	Mittelzahl in %	im Tagesharn in g	Menge der **gepaarten** Schwefelsäuren als SO_4 (B): in 100 ccm Harn in g	Mittelzahl in %	im Tagesharn in g	Verhältniszahl $\frac{B}{A}$
			Der Hund erhält am Ende des 14. Tages 5 g Gallussäure in den Magen.						
5 Tage.	15.	340	0,3908 0,3888	0,39	1,326	**0,0681** **0,0667**	**0,07**	**0,229**	**0,17**
	16.	380	0,4657 0,4665	0,47	1,771	**0,0637** **0,0653**	**0,06**	**0,243**	**0,14**
	17.	680	0,2346 0,2338	0,23	1,592	0,0168 0,0150	0,02	0,111	0,06
	18.	420	0,3562 0,3525	0,36	1,49	0,0150 0,0138	0,01	0,065	0,04
	19.	470	0,3480 0,3468	0,35	1,645	Spuren	—	—	0
								total: 0,648	
			Der Hund erhält am Ende des 19. Tages 5 g Tannin in den Magen.						
6 Tage.	20.	210	0,2814 0,2619	0,27	0,567	**0,3253** **0,3208**	**0,32**	**0,670**	**1,1**
	21.	105	50 ccm 0,0535 0,0560	0,11	0,115	**0,0391** **0,0403**	**0,08**	**0,084**	**0,7**
	22.	75	20 ccm 0,0637 0,0653	0,32	0,24	**0,0253** **0,0263**	**0,13**	**0,098**	**0,4**
	23.	620	0,4045 0,4036	0,40	2,48	0,0326 0,0376	0,03	0,217	0,09
	24.	360	0,5164 0,5176	0,52	1,87	0,0303 0,0316	0,03	0,112	0,06
	25.	530	0,4826 0,4834	0,48	2,544	0,0116 0,0115	0,01	0,061	0,02
								total: 1,242	

Während also in der Normalperiode die Menge der gepaarten Schwefelsäuren nicht über **0,07** g beträgt, steigt sie nach Fütterung von freier Gerbsäure auf **0,67** g, von mit Soda neutralisierter Gerbsäure auf **0,59** g, von Gallussäure auf **0,24** g an.

Das Verhältnis der gepaarten zu der freien Schwefelsäure $\frac{B}{A}$ wächst von dem höchsten normalen Wert (**0,04**) nach Applikation von Gallussäure auf **0,17**, von gerbsaurem Natrium auf **0,36**, von Gerbsäure auf **1,1**, so dass hier die absolute Menge der geparten Schwefelsäure grösser ist als die der freien.

Die pro Tag ausgeschiedenen Mengen der gepaarten Schwefelsäuren steigen nun nicht immer sofort auf den höchsten Wert. So übertrifft nach Eingabe der Gallussäure die Zahl am zweiten Tage noch um ein weniges den Wert am ersten Tag, nach Fütterung des Alkalitannats bleibt die Menge der gepaarten Schwefelsäuren am ersten Tag sogar noch normal, um erst am zweiten Tag den höchsten Betrag zu erreichen. Dieser Befund dürfte vielleicht zur Erklärung des nur über einen Tag ausgedehnten Baumann-Herterschen Versuchs herangezogen werden.

Unterdessen haben unsere früheren Resultate, dass nämlich Gerbsäure bei keiner der von uns angewandten Tierart und bei den geübten Applikationsweisen in den Harn ausgeschieden werde, durch Stockman (Glasgow)[1]) eine Entgegnung erfahren. Er hält auf Grund zweier neuen Versuche mit Verfütterung von Gerbsäure an Kaninchen seine 1886 mitgeteilten Untersuchungsergebnisse[2]), denen wir unsre Versuchsresultate entgegengestellt hatten, in vollem Umfang aufrecht. Nach ihm soll beim Kaninchen nach Eingabe von Tannin, wie schon vor ihm Lewin behauptet hatte, beim Hund und Menschen dagegen in der Regel nur nach Alkalitannat, Gerbsäure in den Harn

1) Über die Ausscheidung der Gerbsäure im Harn. Arch. f. exp. Path. XL (1897).

2) British Medical Journal 1886. Vol. II.

übergehen. Auch Harnack[1]) und Schorn[2]) führen allerdings nur einen einzigen Versuch am Hund mit Verfütterung von Alkalitannat an, wo sie Gerbsäure im Harn nachgewiesen haben. Sie extrahierten den Harn mit Essigäther und fanden in dem mit Wasser aufgenommenen verdunsteten Essigätherextrakt auf Zusatz von Leim eine leichte Trübung. Nach Eingabe freier Gerbsäure konnten sie im Harn von Menschen und Hunden kein Tannin auffinden.

Die nun von mir vorgenommene Nachprüfung unsrer Versuche geschah mit Befolgung aller von Stockman auch brieflich freundlichst mitgeteilten Einzelheiten der Methode.

Ich gab einer Versuchsperson bei gewöhnlicher Kost dreimal täglich 2 g Alkalitannat, zwei mit Fleisch gefütterten Hunden während vieler Tage 3 bis 6 g Alkalitannat täglich, zwei Kaninchen, die seit längerer Zeit mit Hafer gefüttert waren, Gerbsäurelösung zu wiederholten Malen: niemals konnte ich auch nur eine Spur von Gerbsäure im Harn der Versuchstiere nachweisen.

Der frisch gelassene oder mit dem Katheter der Blase entnommene Harn wurde über festes Kochsalz und konzentrierte Kochsalzlösung geschichtet und stehen gelassen. Stets schied sich ein bräunlicher, flockiger Niederschlag aus, der nach dem Abhebern der Flüssigkeit abgehoben und teils nach dem Trocknen auf einer Thonplatte auf seine Färbbarkeit mit Eisenchlorid (die bekannte Tintenfärbung) untersucht, teils mit Essigäther ausgeschüttelt wurde. Den Rückstand des verdunsteten Essigäthers löste ich in wenig Wasser und prüfte auf die Identitätsreaktionen der Gerbsäure (Fällung mit Leim, globulinfreier Eiereiweisslösung, Carpenis Reagens). In allen Versuchen fielen diese Reaktionen für Gerbsäure negativ aus, ja der durch Aussalzen ausgefällte Niederschlag färbte sich nicht einmal mit Eisenchlorid schwarz. Hiernach wäre es jedenfalls voreilig, einen solchen

1) Z. f. phys. Chemie 24 (1897).
2) Diss. Halle 1897.

durch Aussalzen im Harn nach Gerbsäurefütterung entstehenden flockigen Niederschlag [1]) von vorne herein als Gerbsäure anzusprechen, vor allem da in Kontrollversuchen mit normalem Harn beim Aussalzen auch häufig ein geringer, meist allerdings nur schwach gelb gefärbter Niederschlag entstand.

Endlich wiederholte ich unsre früheren Versuche an Kaninchen, deren Harn sauer reagierte, mit Einführung von Gerbsäure in das Unterhautzellgewebe oder direkt in die venöse Blutbahn. Die subcutane Einverleibung von 2 g Alkalitannat führte bei einem Kaninchen von 2200 g nach ungefähr 12 Stunden zum Tode, ohne dass Harn entleert worden war. In der Blase fanden sich bei der Sektion ca. 15 ccm gelatinösen Harns, der zwar intensive Tintenfärbung zeigte, aber keine Gerbsäure enthielt. Die Blasenwand, die Niere und die Leber auf dem Schnitt färbten sich, mit Eisenchlorid betupft, schwarz. Bei drei anderen Kaninchen untersuchte ich den aus einer Blasenkanüle tropfenden Harn nach Einleitung einer Salzdiurese unter dem Einfluss von 0,1 bis 0,2 g mit Soda alkalisch gemachter Gerbsäure, die in die Vene in ganz langsamem Strom einlief. Der während der Versuchsdauer von circa 2 Stunden ausgeschiedene Harn zeigte keine ausgesprochene Dunkelfärbung auf einem mit Eisenchlorid getränkten Thonteller, und war sicher frei von Gerbsäure *). Wiederum färbte Eisenchlorid die innere Blasenwand, Leber, Milz und Nierenschnitte blauschwarz. Das Blutserum dieser Tiere reagierte auf Eisenchlorid mit Dunkelfärbung.

In diesen Kontrollversuchen konnten wir also die früher von uns ausgesprochene Ansicht nur bestätigen, die mit den Versuchsresultaten Lewins, der sowohl bei subcutaner als auch intravenöser Injektion Gerbsäure im Harn von Kaninchen ge-

---

1) Auch Bauer fand in Harnen, die frei von Gerbsäure waren, diesen Niederschlag.

*) in gleicher Weise der in den nächsten Stunden nach der Operation entleerte Harn. Die 3 Tiere starben alle 1 bis 2 Stunden nach beendigter Operation unter den Erscheinungen einer Narkose.

funden haben will, nicht im Einklang steht, wohl aber mit denen Bauers[1]) harmoniert, der bei Hunden und Katzen intravenös beigebrachte Gerbsäure im Harn nicht nachweisen konnte.

Der auffällige Unterschied meiner Versuchsresultate von denen Stockmans und Harnacks gab mir Veranlassung, die Schärfe der einzelnen Methoden des Gerbsäurenachweises in wässerigen Lösungen und im Harn zu prüfen.

Methodische Versuche.

Die Lösung der Gerbsäure wurde in Spitzgläsern mit dem betreffenden Reagens versetzt und stehen gelassen. In allen zweifelhaften Proben, wenn bei starker Verdünnung eine Ausfällung der zugesetzten Gerbsäure nicht sicher zu konstatieren war, wurde filtriert und Filtrat sowie Filterrückstand mit Eisenchlorid geprüft. Nur dann, wenn das Filtrat frei von eisenbläuender Substanz war und das Filter nach dem Betupfen mit Eisenchloridlösung blau oder schwarz sich färbende Partikelchen aufwies, wurde die Reaktion noch als positiv angesehen. Bei der Methode, Gerbsäure auszusalzen, filtrierte ich ebenfalls; teils untersuchte ich den gesamten Filterrückstand auf seine Färbung mit Eisen, teils nahm ich ihn in Essigäther auf und prüfte nach dem Verdunsten desselben auf Gerbsäure.

Nach den in mehrfachen Reihen ausgeführten Versuchen konnte in wässerigen Lösungen zugesetzte Gerbsäure nachgewiesen werden:

durch Aussalzen (nach Loewe) circa in der Verdünnung 1 : 60 000

durch Fällen mit Leim circa
» Fällen mit Eiweiss circa
» Fällen mit Carpenis Reagens circa } 1 : 500 000

Für die Prüfung des Gerbsäuregehalts im Harn ergab sich zunächst eine unerwartete Schwierigkeit, nämlich die Thatsache, dass Gerbsäure nicht nur in alkalischem Harn wegen der Erdalkalien, sondern auch in saurem normalen Harn sowohl von Menschen wie von Hunden, Katzen, Kaninchen einen unlöslichen

1) Diss. Dorpat 1896 (unter Koberts Leitung).

Niederschlag erzeugt und zwar noch in der Verdünnung 1 : 100 000 im menschlichen Harn.

Der zunächst noch unbekannte die Gerbsäure bindende Körper musste aus dem normalen Harn erst entfernt werden, um letzteren dann zu quantitativen Versuchen benutzen zu können. Es geschah dies durch Fällen des menschlichen Harns mit etwas überschüssiger Gerbsäure, Versetzen des Filtrats mit genügend ammoniakalischer Magnesiumsulfatlösung, wodurch alle Gerbsäure niedergeschlagen wurde, Vertreiben des überschüssigen Ammoniaks und Ansäuern zur normalen sauren Reaktion. Dieser präparierte Harn wurde durch Gerbsäure nicht getrübt, ebensowenig durch frische Leim- oder Eiweisslösung.

In diesem Harn liess sich zugesetzte Gerbsäure nachweisen:

durch Aussalzen circa in der Verdünnung 1 : 70 000
» Fällen mit Leim circa 1 : 500 000
» Fällen mit Eiweiss circa 1 : 500 000
» Fällen mit Carpeni circa 1 : 1000 000

Aus diesen Beobachtungen scheint mir hervorzugehen,

1) dass Tannin oder Alkalitannat im Harn sich sicherer durch Leim- oder Eiweissfällung als durch das Loewesche Aussalzverfahren nachweisen lässt, und, wenn daher Harn auf direkte Prüfung mit Leim oder Eiweiss nicht Tannin anzeigt, auch von der Methode des Aussalzens nichts zu erwarten ist;

2) dass es kaum zu verstehen ist, wie im klaren, nach Tannindarreichung entleerten Harn Gerbsäure gelöst oder nachweisbar sein soll, wenn ein Zusatz von so geringen Mengen Tannin, wie sie jedenfalls durch die Methode des Aussalzens nicht mehr sicher nachgewiesen werden können, alsbald ein unlösliches, sämtliches Tannin bindendes Präzipitat im Harn erzeugt. Dieser Niederschlag durch Zusatz von Gerbsäure tritt nun auch im Harn von Hunden ein, denen gerbsaures Natrium eingegeben war und deren Harn nach den anderen Autoren Gerbsäure hätte enthalten sollen. In ihm ist also jener die Gerbsäure bindende Körper nicht etwa schon ausgefällt, sondern ebenfalls noch vorhanden.

Wenn es sich trotzdem in den Versuchen Andrer um Auffindung von Tannin im Harn handelt, so könnte man daran denken, dass der Harn beim Entleeren über Kot geflossen wäre und dabei etwas Tannin ausgelaugt hätte. Ich habe wenigstens jetzt beim Hund nach fortgesetzter Fütterung grosser Mengen Gerbsäure (3—6 g) häufig unverändertes Tannin in nicht unbeträchtlichen Mengen im Kot gefunden. Da nun aber Harnack die Unmöglichkeit der Verunreinigung des Harns mit Kot in seinen Versuchen ausdrücklich betont und Stockman den Harn durch Katheterisieren entleert hat, so bleibt nichts übrig als — wie es auch Harnack thut — auf individuelle Verschiedenheiten in den Resorptionsverhältnissen und die verschiedene Schnelligkeit und Vollständigkeit der Verseifung des Tannins zu gallussaurem Natrium im Darmkanal hinzuweisen.

In derselben Sitzung (16. März 1898) führte Herr A. Kossel einen **Vorlesungsversuch** vor, um die Pepsinverdauung mit Hülfe der Projection zu demonstriren.

Der Vortragende verwendet zwei neben einander stehende Glaskästchen mit planparallelen Wandungen, ähnlich den „Hämatinometern." In eines dieser Kästchen bringt man Pepsinsalzsäure, in das zweite Salzsäure allein, in jedes wird eine mit Carmin gefärbte Fibrinflocke gehängt. Der Inhalt beider Kästchen erscheint zugleich im Projectionsfeld. Die Verdauung in der pepsinhaltigen Flüssigkeit führt in einigen Minuten zum Verschwinden der Fibrinflocke in dem einen Gefäss, zugleich zeigen rothe Schlieren in der Flüssigkeit den Uebergang der Verdauungsproducte in die Lösung an. —

In der Sitzung vom 16. März wurde der Privatdocent für Chemie an hiesiger Universität: Herr Dr. phil. Johannes Gadamer durch vorschriftsmässige Kugelung zum ausserordentlichen Mitglied der Gesellschaft gewählt.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 4 Mai **1898**

In der wissenschaftlicher Sitzung vom 18. Mai 1898 berichtete Herr Professor F. Melde:

Ueber einen Ersatz für Stimmgabeln zur Erzeugung sehr hoher Töne.

1. Wenn man zur Erzeugung sehr hoher Töne die Stimmgabel durch einen anders geformten festen Körper, der sich bequem in Schwingung bringen lässt, ersetzen kann, so wird ein solcher Körper willkommen geheissen werden. Weiter beschäftigt mit der von mir erfundenen »Resonanzmethode« [1]) zur Feststellung der Schwingungszahlen hoher Töne habe ich gefunden, dass hierbei in ausgezeichneter Weise insbesondere quadratische ebene Platten, mit kürzerer Seitenlänge und grösserer Dicke wie gewöhnlich, die entsprechenden Stimmgabeln ersetzen können.

Der Vorzug dieser Platten besteht dann zunächst darin, dass ihre relativen Schwingungszahlen ein Gesetz [2]) befolgen, wonach, wenn l und l_1 die Seiten zweier Platten, d und d_1 ihre Dicken, sowie N und N_1 die absoluten Zahlen ihrer Schwingungen bedeuten, für den Fall, dass beiderseits als Chladnische Klangfigur z. B. das Knotenkreuz durch die Ecken entsteht:

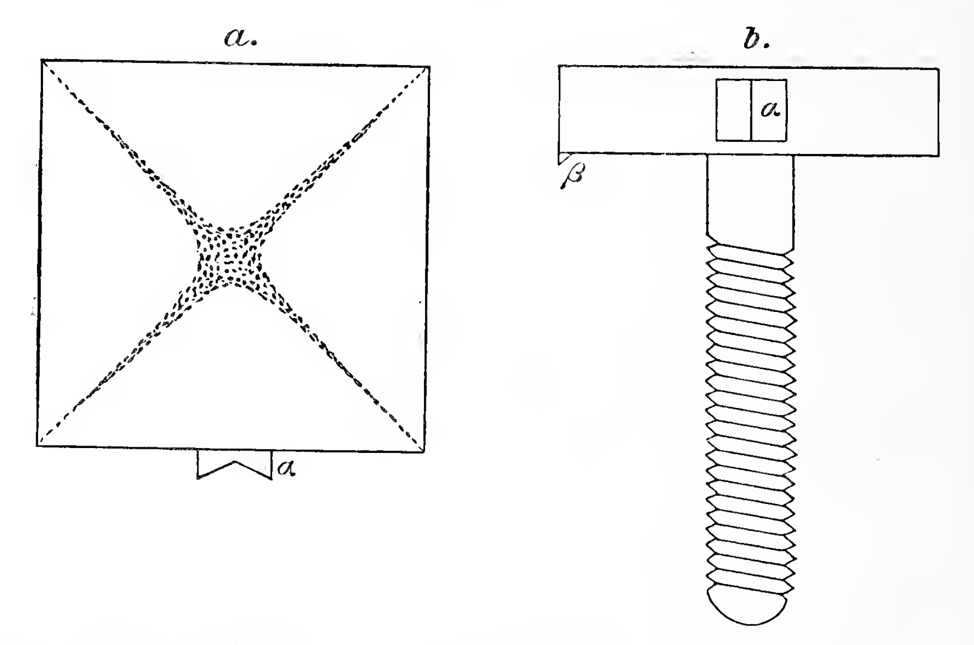
---

1) Wiedem. Annal. Bd. 52, S. 238 u. f.

2) Siehe Chladni, Akustik § 107.

$$\frac{N}{N_1} = \frac{d}{d_1} \cdot \frac{l_1^2}{l^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

wird, selbstverständlich unter der Voraussetzung, dass die Platten aus demselben Material bestehen. Eine solche Platte bekommt in ihrer Mitte einen Stiel und sieht dieses neue Tonmittel dann so wie in untenstehender Figur aus, bei welcher *a* in natürlicher Grösse eine Platte von oben und *b* dieselbe von der Seite gesehen darstellt. Die Seitenlänge l beträgt hierbei 35, die Dicke d 8 mm, während die Länge des Stiels ca. 40 mm und dessen Durchmesser ca. 8 mm beträgt. Zum Zwecke der Schwingungserregung



solcher dicker Platten muss dann der sonst gebrauchte Violinbogen bei Seite gelegt und statt seiner zum Anstreichen der Antolik'sche Glasstab verwendet werden, wie ich dies in meinen beiden Abhandlungen[1]) über die Bestimmung hoher Schwingungszahlen von Stimmgabeln genau auseinandergesetzt habe. Die Figuren *a* und *b* werden direkt verständlich sein und bemerke ich nur noch, dass *α* das kleine, winkelig eingekerbte Korkstückchen bedeutet, über welches mit dem nassen Glasstab unter Druck auf- und niedergestrichen wird, während *β* das kleine, keilförmige Korkstückchen versinnlicht, durch welches die Schwingungen der Platte auf den Resonanzstab

---

1) Wiedem. Annalen Bd. 51 S. 661—696 und Bd. 52 S. 238—262.

übertragen werden. Zum nähern Verständniss des ganzen Versuches ist es nöthig, die schematische Figur 1 der oben citirten Abhandlung S. 239 anzusehen. Anstatt der Stimmgabel muss man sich in dieser Figur dann links in den Holzklotz K die Platte mit ihrem Stiel eingeschraubt denken, wobei dann selbstverständlich dieser Stiel vertical und die letztere horizontal zu liegen kommt. Natürlich wird bei solchen dicken Scheiben mit kleinen Seitenlängen das Anstreichen eine viel grössere Kraft erfordern, wie es bei den gewöhnlichen Klangscheiben sonst der Fall ist, und liegt hierin der nächste äussere Grund, weshalb ein Violinbogen kaum zu brauchen ist. Die Scheiben müssen aus dicken Stahlplatten, die man im Handel zu kaufen bekommt, hergestellt werden, und unterliegt diese Herstellung keiner Schwierigkeit. Da bei ihnen erforderlichenfalls die Anwendung der Gleichung (1) eintreten soll, so leuchtet ein, dass die Platten nicht mit abgerundeten, sondern mit völlig scharfen Kanten hergestellt werden müssen. Auch deshalb verbietet sich die Anwendung des Violinbogens, dessen Haarband ja an scharfen Kanten in kürzester Zeit sich gänzlich abschaben müsste.

2. Streicht man nun eine solche Platte an, so wird das Ohr bei den hohen Schwingungen wohl meistens gar keinen Ton vernehmen. Um so mehr aber wird das Auge dann überrascht werden, wenn plötzlich haarscharf, wie hervorgezaubert, die Chladni'sche Knotenfigur — das Kreuz durch die Ecken — erscheint und hiermit der Beweis geliefert wird, dass die Scheibe auch wirklich schwingt. Beim Anstreichen des Korkstückchens α mit dem nassen Glasstab entsteht ein äusserst feiner Sprühregen, der theils auf die Platte, theils auf das angrenzende Ende des Resonanzstabes niederfällt und wodurch dann allerdings an diesen feucht gewordenen Stellen der Platte und des Stabes die Bildung von Knotenlinien vereitelt wird. Meine Resonanzmethode, wo sie immer angewendet wird, setzt aber vollkommene Trockenheit des Resonanzstabes. der Platten und des Sandes voraus und muss hierauf ganz besonders geachtet werden. Vor allem muss die Sorte des Sandes die richtige sein. Ich verwende ziemlich grobkörnigen Quarzsand, der durch wiederholtes Auswaschen vollkommen von beigemengtem Staub oder gar lehmigen

Bestandtheilen befreit wurde. Um diesen immer möglichst trocken zu erhalten, etablire ich in der Nähe der Platte in irgend einer Weise unter Zuhilfenahme eines kleinen Gasflämmchens eine Erwärmungsvorrichtung in Form eines kleinen Sandbades, auf welches ein Gläschen, das den Sand zum Aufstreuen auf die Platte und den Resonanzstab enthält, gelegt wird. Auf das Sandbad legt man ferner einen dicken feinen Haarpinsel, mit dem man den Sand, wenn er von der Platte bezw. dem Resonanzstab entfernt werden soll, abkehrt. Diese vollkommene Trockenheit ist namentlich dann als unerlässlich zu erachten, je mehr die Schwingungszahlen immer grösser und die Elongationsweiten der Schwingungen immer kleiner werden. Es kann also wohl kommen, dass die Knoten auf der Platte und dem Resonanzstab nicht erscheinen, und nur eine winzige Feuchtigkeit die Ursache hiervon ist. Kann man es vielleicht so einrichten, dass die Sonne auf die ganze Zusammenstellung der Apparate scheint, so wird hierdurch alles in vollkommener Trockenheit erhalten. Die Erwärmung der Platte bezw. des Resonanzstabes wird kaum einen bemerkbaren Einfluss auf die Schwingungszahlen ausüben; fürchtet man aber diesen Einfluss, so kann ja die Trockenheit durch die andern angegebenen Mittel ohne die Sonne erreicht werden.

3. Bevor ich nun Resultate der Tonhöhenbestimmung bei einer Anzahl »Stimmplatten«, wie man die Scheiben gegenüber den »Stimmgabeln« nennen kann, mittheile, möchte ich über die Benutzung theoretischer Formeln und Gleichungen, die bei meiner Resonanzmethode in Betracht kommen, hier das Nöthige erläutern. Die Seebek'sche Gleichung für die Schwingungszahl eines einseitig festgeklemmten parallelepipedischen Stabes heisst

$$N = \frac{\varepsilon^2 . \pi . h}{4 . \sqrt{3} . L^2} \sqrt{\frac{E . g}{s}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

Es bedeutet hierbei ε eine Zahl, welche von der Ordnungszahl des betr. Obertons des Resonanzstabes abhängt, h dessen Dicke und L die Länge des frei schwingenden Stabtheils. Da bei der Methode derselbe Resonanzstab verbleibt, so ist h eine Constante; fassen wir sie mit allen übrigen constanten Grössen, ausser ε

und L, zu einer gemeinsamen Constanten K zusammen, so wird die Gleichung (2) zu:

$$N = \frac{\varepsilon^2 . K}{L^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Die Methode, welche in meiner Abhandlung [1]) über die Tonhöhenbestimmung hoher Gabeln erläutert wurde, setzte eine »Vergleichsgabel« mit einer bekannten Anzahl N_1 Schwingungen voraus; übertrug diese Vergleichsgabel dann beim Anstreichen ihre Schwingungen auf das freie Ende des »Resonanzstabes«, so konnte dieser bei einer leicht zu bestimmenden Länge L_1 eine Anzahl k_1 Knoten liefern; dann gehört zu dieser Anzahl k_1 Knoten eine Ordnungszahl $n = (k_1 + 1)$ des betr. Obertons und hierzu ein bestimmtes ε_1, das aus vorhandenen Tabellen [2]) entnommen werden kann; N_1, L_1 und ε_1 sind demnach für die Vergleichsgabel bekannte Grössen und besteht für diese die Gleichung:

$$N_1 = \frac{\varepsilon_1^2 . K}{L_1^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Mithin besteht auch die Gleichung

$$\frac{N}{N_1} = \frac{\varepsilon^2}{\varepsilon_1^2} \cdot \frac{L_1^2}{L^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

und hiernach die Gleichung

$$N = N_1 \frac{\varepsilon^2}{\varepsilon_1^2} \cdot \frac{L_1^2}{L^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

als diejenige, aus welcher N berechnet werden kann, falls für eine zweite Gabel auch durch den Versuch die Anzahl k Knoten und die dazu gehörige Länge L des Resonanzstabes ermittelt worden ist.

Beispiel. Eine Vergleichsgabel hatte ein $N_1 = 2044$; bei einer Länge $L_1 = 227{,}5$ m/m zeigte sie 5 Knoten, d. h. bei diesem 6. Oberton ist $\varepsilon_1 = \frac{(2\,n_1 - 1)}{2} = \frac{11}{2}$ und hiernach Log $\varepsilon_1 = 0{,}74036$ und Log $\varepsilon_1^2 = 1{,}48072$. Die zu prüfende Gabel N zeigte bei ihrem 11. Oberton 10 Knoten bei einem $L = 153{,}4$ m/m; für sie

1) Wiedem. Ann. Bd. 52.

2) S. meine Akustik S. 145.

war also $\varepsilon = \frac{2 \cdot 10 - 1}{2} = \frac{19}{2}$, Log ε = 1,02119 und Log ε^2 = 2,04238. Hiernach berechnet sich N wie folgt:

$$\begin{array}{rl} \text{Log } N_1 = & 3,31048 \\ \text{Log } \varepsilon^2 = & 2,04238 \\ \text{Log } 227,5^2 = & 4,71396 \\ \hline & 10,06682 \\ & 5,85238 \\ \hline \text{Log } N = & 4,21444 \end{array} \qquad \begin{array}{rl} \text{Log } \varepsilon_1^2 = & 1,48072 \\ \text{Log } 153,4^2 = & 4,37166 \\ \hline & 5,85238 \\ \\ N = & 16385 \end{array}$$

Die zu prüfende Gabel N war in der That ein König'sches C_*^6 mit 16384 Schwingungen.

Sollen mehr wie eine Gabel auf ihre Schwingungszahlen festgestellt werden, so kann für alle diese zu prüfenden Gabeln dieselbe Vergleichsgabel mit derselben Länge L_1 des Resonanzstabes sowie derselben Oberschwingung des letzteren verbleiben. Geschieht dies, so leuchtet ein, dass in der Gleichung (6) die drei Grössen N_1, L_1^2 und ε_1^2 zu einer Constanten $K_1 = \frac{N_1 \cdot L_1^2}{\varepsilon_1^2}$ zusammengefasst werden können, wonach dann diese Gleichung übergeht in

$$N = K_1 \cdot \frac{\varepsilon^2}{L^2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (7)$$

Hiernach berechnen sich dann die N mittelst der Logarithmen in kürzester Zeit. Für unsere Gabel C_*^6 war Log K_1 = 6,54372, mithin

$$\begin{array}{rl} \text{Log } K_1 = & 6,54372 \\ \text{Log } \varepsilon^2 = & 2,04238 \\ \hline & 8,58610 \\ \text{Log } L^2 = & 4,37166 \\ \hline \text{Log } N = & 4,21444 \end{array} \qquad N = 16385.$$

4. Lässt es sich einrichten, dass die Ordnungszahl der Oberschwingung des Resonanzstabes und hiermit k und ε für alle zu prüfenden Gabeln dieselbe bleibt wie für die Vergleichsgabel, so ist $\varepsilon_1 = \varepsilon$ und gestaltet sich die Gleichung (6) noch viel einfacher und wird zu

$$N = N_1 \cdot \frac{L_1^2}{L^2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (8)$$

Da nun $N_1 . L_1^2$ wiederum als eine Constante K_2 aufzufassen ist, so wird schliesslich

$$N = \frac{K_2}{L^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (9)$$

B e i s p i e l. Als zu prüfende Gabel wurde das König'sche C_*^5 genommen; es lieferte bei $L = 160{,}7$ m/m ebenfalls 5 Knoten des Resonanzstabes, geradeso wie die Vergleichsgabel C_*^4 bei $L_1 = 227{,}5$. Mithin wird die Berechnung nach Gleichung (9) der Log $K_2 = 8{,}02444$

$$\begin{aligned} \text{Log } K_2 &= 8{,}02444 \\ \text{Log } L^2 &= 4{,}41204 \qquad\qquad C_*^5 = 4096. \\ \hline \text{Log } C_*^5 &= 3{,}61240 \end{aligned}$$

Das C_*^5 gab in Wirklichkeit 4088 Schwingungen.

Wenn die zur Prüfung stehenden Stimmgabeln oder Stimmplatten viel höher sind wie die Vergleichsgabel, so lässt es sich nicht wohl machen, dass für alle dieselbe Ordnungszahl der Oberschwingung des Resonanzstabes gewählt werden kann, weil vielleicht die Längen L dann zu klein würden. In diesem Fall kann, um wesentliche Vereinfachungen durch Anwendung der Gleichung (9) zu erzielen, noch ein anderer Weg eingeschlagen werden, nämlich der, dass man zunächst eine sogen. »H i l f s - Vergleichsgabel« N_1^1 benutzt, für welche aber erst unter Zugrundelegung einer Vergleichsgabel N_1 nach Gl. (6) das N_1^1 berechnet werden muss. Für diese Hilfs-Vergleichstafel N_1^1 zeigt dann der Resonanzstab z. B. 10 Knoten, während er für die Vergleichsgabel N_1 z. B. wie vorhin nur 5 Knoten lieferte. Ist dann N_1^1 bestimmt, dann können, wenn eine weitere Reihe Schwingungszahlen hoher Gabeln oder Platten bestimmt werden soll, a l l e diese mit 10 Knoten auf dem Resonanzstab in Betracht kommen.

So werden wir hernach sehen, dass ich die Schwingungszahlen von n e u n Stimmplatten zu bestimmen hatte, und da diese voraussichtlich sehr hohe Schwingungszahlen hatten, so war es für zweckmässig erachtet worden, die Ordnungszahl n der Oberschwingungen des Resonanzstabes auf 11, d. h. die Zahl der Knoten auf 10 festzusetzen. Da nun, wie wir oben gesehen haben, die Zahl der Knoten bei der Stimmgabel C_*^6 auch 10

war, so konnte C_*^6 als Hilfsvergleichsgabel angenommen werden. Die erste Stimmplatte, mit A bezeichnet, lieferte nun 10 Knoten bei einer Länge $L = 163{,}2$ m/m, die Gabel C_*^6 bei $L_1 = 153{,}4$ m/m. Mithin ist nach Gl. (8)

$$A = 16385 \cdot \frac{153{,}4^2}{163{,}2^2}.$$

$$\begin{aligned} \text{Log } 16385 &= 4{,}21444 \\ \text{Log } 153{,}4 &= 4{,}37166 \\ \hline \text{Log } K_2 &= 8{,}58510 \\ \text{Log } 163{,}2^2 &= 4{,}42544 \\ \hline \text{Log } A &= 4{,}16066 \end{aligned} \qquad A = 14476.$$

Hiernach ist nun die Berechnung für die übrigen acht Stimmplatten sehr einfach. Für die nächste, von mir mit X bezeichnet, war z. B. $L = 155{,}1$; mithin die Berechnung:

$$\begin{aligned} \text{Log } K_2 &= 8{,}58610 \\ \text{Log } 155{,}1^2 &= 4{,}38122 \\ \hline \text{Log } X &= 4{,}20488 \end{aligned} \qquad X = 16028.$$

5. Nach diesen Auseinandersetzungen gebe ich nun eine Zusammenstellung der Resultate meiner Untersuchung der neun Stimmplatten.

Platte	l m/m	d m/m	k	L m/m	N	N^*	$\varDelta$
A	46,75	7,00	10	163,2	14476	14476	0
X	43,30	6,50	„	155,1	16028	15670	— 358
Y	41,35	6,45	„	149,3	17298	17050	— 248
E	49,95	10,05	„	146,7	17999	18206	— 207
Z	28,25	3,25	„	139,5	19813	18406	—1407
C	41,80	8,10	„	135,8	20903	20953	+ 50
F	38,90	8,00	„	128,3	23423	23896	+ 473
G	40,00	10,05	„	120,1	26731	28390	+1659
B	35,00	8,00	—	—	—	29517	—

Es bedeuten in dieser Zusammenstellung die Zahlen der mit l überschriebenen Columne die in Millimeter ausgedrückten Seitenlängen der quadratischen Platten, d ihre Dicken; ferner

k die für alle Platten geltende Zahl der Knoten des Resonanzstabes. Die Columne L bezeichnet, in Millimeter ausgedrückt, die den einzelnen Platten entsprechenden Längen des freischwingenden Resonanzstabes. Die Columne N enthält dann die nach Gl. (9) berechneten Schwingungszahlen der Platten.

Legt man die Schwingungszahl 14476 der Platte A zu Grund, so lassen sich die Schwingungszahlen auch nach der Gl. (1) berechnen, ohne dass man die Resonanzmethode zur Anwendung bringt. Diese so erhaltenen Schwingungszahlen enthält die Columne N^* und sodann die mit Δ überschriebene Columne die Abweichungen ($N^*—N$).

Die Platte B war nicht mehr dahin zu bringen, dass bei ihrem Anstreichen der Resonanzstab so in Schwingung gerieth, dass er durch Sand Knotenlinien zeigte. Da aber doch das Kreuz durch die Ecken auf der Platte erschien, wenn auch nicht so rasch und so scharf wie bei den acht vorausgehenden Platten, so musste angenommen werden, dass die Intensität der Schwingungen bei nahezu 30000 in der Sekunde nicht mehr hinreichte, um den Resonanzstab in so starkes Mitschwingen zu versetzen, dass auch er Knoten zeigen konnte. Es bleibt nun einer weiteren Prüfung vorbehalten, ob es nicht mit andern Platten, deren Schwingungszahl ca. 30000 ist, gelingt, die Resonanzmethode noch zur Anwendung zu bringen, und bin ich in dieser Richtung mit weiteren Untersuchungen beschäftigt.

6. Zunächst werden nun wohl die zum Theil bedeutenden Abweichungen der Zahlen N und N^* auffällig sein. Bei näherer Ueberlegung jedoch werden diese sich leicht erklären lassen. Die von mir verwendeten Platten wurden von meinem Mechaniker hergestellt, der den Stahl hierzu in den vorhandenen Dicken von einer auswärtigen Firma bezog. Wenn nun auch die möglichste Sorgfalt namentlich auf Herstellung von durchweg parallelen Begrenzungsflächen verwendet und insbesondere darauf geachtet wurde, dass jede Platte durchweg gleiche Dicke bekam, so zeigte doch eine genauere Prüfung, dass sich dies nicht vollständig hatte erreichen lassen. Sodann sind die Platten mit einem Stiel versehen, der mit seinem oberen Ende in ein Loch, welches in die Mitte derselben gemacht wurde, eingeschraubt und einge-

löthet ist. Ein solcher Stiel muss dann zweifelsohne die Schwingungen der Platten beeinflussen geradeso wie bei einer Stimmgabel, deren Schwingungen sich ja auch von ihrem Stiel in Abhängigkeit befinden, was sich leicht nachweisen lässt. Die Gleichung (1) nimmt aber auf diese Dinge keine Rücksicht und setzt eine Platte ohne Stiel und von sonst idealer Form voraus. Es können daher die nach dieser Gleichung berechneten Schwingungszahlen kaum so ausfallen, dass sie durchweg nur mässige Abweichungen von den durchs Experiment gefundenen Schwingungszahlen N zeigen. Für die durch die Resonanzmethode erhaltenen Schwingungszahlen gilt also dann jede Platte, wie sie gerade ihrer Form nach ausgefallen ist, incl. Stiel, als ein Individuum, geradeso wie eine Stimmgabel, deren Schwingungszahl ja auch nur durchs Experiment genau bestimmt werden kann, während deren Berechnung nach einer theoretischen Formel zur Unmöglichkeit wird, wenn nicht etwa, wie Marcadier nachgewiesen[1]) hat, die Form der Gabel eine bestimmt regelmässige ist.

Sollen Klangplatten eine möglichst ideale Form bekommen, so können sie nur mittelst einer Hobelmaschine hergestellt werden, und sollen etwa für verschiedene Platten, wie wir es gethan haben, nach einer Gleichung wie die Gl. (1) Gesetzmässigkeiten nachgewiesen und z. B., von einer Platte ausgehend, die andern Platten mit dieser einen verglichen werden, so müssen selbstverständlich alle diese schwingenden Körper auch genau aus demselben Material gearbeitet sein. Auch dieses letztere Erforderniss wird wohl nicht für alle neun Platten unserer aufgeführten Reihe genau erfüllt sein. Die Platten, wie sie sind und nicht wie sie theoretisch genommen sein sollen, bilden demgemäss die schwingenden Körper, um deren Schwingungszahlen N es sich handelt und welche Schwingungszahlen eben durch meine Resonanzmethode bestimmt werden können. Dem entgegen haben die mittelst der Gl. (1) berechneten Schwingungszahlen bloss für eine oberflächliche Beurtheilung der Tonhöhen Werth, um wenigstens erst annähernd zu erfahren, mit welchen Schwingungsmengen man es voraussichtlich zu thun haben wird.

---

1) S. meine Akustik S. 163.

7. Welches sind denn nun aber die Vorzüge, welche meine »Stimmplatten« vor den »Stimmgabeln« voraushaben? Diese Vorzüge sind mannigfacher Art und kann folgendes genauer beachtet werden.

Erstens. Die »Stimmplatten« erfordern zu ihrer Herstellung zweifellos gegenüber den Stimmgabeln weniger Geld und Zeit.

Zweitens. Die Platten sind, selbst bei weniger ideeller Form, doch immerhin geometrisch einfache Körper, über deren Schwingungszahlen nach der Gl. (1) man sich leicht bis zu einer gewissen Grenze unterrichten kann, während bei Stimmgabeln dies gänzlich unmöglich ist. Man sehe einmal die von R. König für hohe Töne gelieferten Gabeln an und man wird sofort sich überzeugen, dass es bei diesen ihren Formen ganz unmöglich ist, über ihre Schwingungszahlen neben der experimentellen Ermittelung derselben auch auf theoretischem Weg nur einigermassen eine annähernde Kenntniss der Schwingungsmengen zu erlangen.

Drittens. Die grösste Auszeichnung vor den Stimmgabeln besitzen die Stimmplatten dadurch, dass sie in sehr schöner und unzweideutiger Weise anzeigen, dass sie wirklich schwingen. Alle schwingenden Körper, wobei hohe und höchste Schwingungen bzw. Töne in Betracht kommen, sind mangelhafte Körper, falls sie nicht auch direkt fürs Auge die Anzeige von ihren Schwingungen machen können. Die Stimmgabeln können dies in der Weise, dass sie auf ihren Oberflächen eine Klangfigur erzeugen lassen, nicht. Ob sie wirklich schwingen, lässt sich allerdings durch aufgestreuten Sand nachweisen; aber dieser verliert sich sofort von den Zinken, ohne eine Figur zu bilden. Diese Fähigkeit eines schwingenden Körpers, seine Schwingungen durch äussere Zeichen zu bestätigen, ist bei Gehörsprüfungen eine unschätzbare Eigenschaft, und sind in dieser Beziehung auch die bekannten dicken cylindrischen Stahlstäbe, wie sie insbesondere von R. König, um sehr hohe Töne zu liefern, eingeführt wurden, zweifelhafte Prüfungsmittel. Denn diese dicken Stäbe können nur durch einen Holz- oder Stahlhammer zum Schwingen gebracht werden; aufgestreuter Sand verlässt hierbei dann sofort die Oberflächen, auch wenn die Stäbe parallelepipedisch sind, und bleibt nicht an den Knotenstellen, auf welchen die Stäbe aufliegen müssen, liegen. Ob ein solcher Stab also

wirklich schwingt oder nicht, kann, wenn das Ohr einen Ton nicht hört, sehr zweifelhaft sein; sieht aber das Auge die schöne Chladni'sche Klangfigur auf einer Stimmplatte, so weiss man, dass dieselbe wirklich schwingt, und hört dann das Ohr keinen Ton, so muss man schliessen, dass es unfähig ist, Schwingungen von solcher Höhe wirklich zu hören.

Viertens. Wenn eine Stimmgabel angestrichen werden soll, so ist man mit dem Anstreichstab (Violinbogen) nur auf die Enden der Gabelzinken verwiesen. Man muss vorsichtig streichen, damit der Stab nicht abrutscht, was bei der Antolik-schen Methode allerdings wenig zu fürchten ist, bei einem Violinbogen aber eine sehr missliche Sache ist. Ganz anders bei einer Stimmplatte. Man hat bei ihr vier doch immerhin längere Quadratseiten, in deren Mitte man anstreichen kann; man hat ein Abrutschen des Glasstabes oder des Violinbogens nicht zu fürchten, man kann die Scheibe in jeder beliebigen Stellung einschrauben, und immer wird man bequem an einer der vier Quadratseiten das Anstreichen in der je bequemsten Weise fertig bringen können. Sollen nun die Schwingungen der Platten etwa auf einen Stab übertragen werden, so ist dies bei ihr auch wieder viel leichter zu bewerkstelligen wie bei einer Stimmgabel, weil bei letzterer das Zinkenende, von dem aus die Uebertragung z. B. auf Resonanzstab stattfinden soll, diesem letzteren zu nahe liegt und die Uebertragung unbequemer wird, während bei Platten die Anstreichstellen und die Uebertragungsstellen an zwei verschiedenen Quadratseiten gewählt werden können.

Anstatt der quadratischen Stimmplatten vielleicht kreisrunde zu nehmen, bildet selbstverständlich gar keinen principiellen Unterschied, falls man nicht etwa glaubt, die letzteren könnten auf der Drehbank in ihrem äusseren Umfang regelmässiger her-hergestellt werden. Zur weiteren Ergänzung kann dann noch hinzugefügt werden, dass zweifelsohne auch kleinere und dick-wandigere glockenförmige Körper, mit einem Stiel versehen, zur Erzeugung sehr hoher Töne benutzt werden können, am besten wird es aber wohl immer bleiben, sich der quadratischen Platten zu bedienen.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 5 **Juni** **1898**

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 15. Juni 1898 hielt Herr E. Hess einen Vortrag:

Ueber eine anschauliche Darstellung der regelmässigen Einteilungen des dreidimensionalen sphärischen Raumes.

Die regelmässigen Einteilungen der Kugelfläche — des zweidimensionalen sphärischen Raumes — entstehen bekanntlich durch die Symmetrie-Ebenen der regulären Polyeder und der regulären Doppelpyramiden, zu welchen die Kugelfläche concentrisch ist. Umgekehrt lassen sich aus den regelmässigen Einteilungen einer Kugelfläche in gleiche und ähnliche sphärische Polygone, deren Seiten Hauptkreisbogen sind, die ganz oder teilweise regelmässigen Polyeder, speciell auch die Gestalten des regulären, tetragonalen, rhombischen und hexagonalen Krystallsystems in einfacher Weise herleiten.

Man kann auf verschiedene Arten diese regelmässigen Einteilungen einer Kugelfläche anschaulich darstellen:

1) durch Aufzeichnung der sphärischen Polygone auf eine Kugelfläche [1]);

---

1) Vgl. die neuerdings auf Veranlassung von W. Dyck angefertigten Modelle der den regulären Polyedern entsprechenden Gebietseinteilungen auf der Kugel. Nr. 6 der XVII. Serie des Verlags von L. Brill in Darmstadt.

2) durch Benutzung der von mir angegebenen sog. Polyeder-Kaleidoskope[1]), bei welchen die Einlage einer sphärischen Grenzfläche des Netzes in die durch drei benachbarte Symmetrie-Ebenen, deren Innenseiten spiegelnd sind, eingeschlossene Ecke genügt, um die ganze Einteilung der Kugelfläche anschaulich zu erhalten;

3) durch Construction der stereographischen Projection des sphärischen Netzes, bei welcher eine winkeltreue Abbildung desselben entsteht und die Hauptkreise der Kugelfläche als Kreise, speciell als Gerade in die Ebene projiciert werden.[2])

Analog können nun auch die regelmässigen Einteilungen (oder Ausfüllungen) des dreidimensionalen sphärischen Raumes (des sog. Helmholtz'schen Raumes, der Hypersphäre), welche durch die linearen Symmetrie-Räume der regulären, zu der Hypersphäre concentrischen Polytope des vierdimensionalen Raumes erzeugt werden,[3]) durch Projection in den ebenen dreidimensionalen (Euklid'schen) Raum anschaulich dargestellt werden.

Die Darstellung der sechs regelmässigen vierdimensionalen Polytope (erster Art) durch ihre Projectionsmodelle ist zuerst von

---

1) Vgl. E. Hess: „Ueber ein Problem der Katoptrik" (Diese Sitzungsber., Januar 1879, S. 7—20). „Ueber Polyeder-Kaleidoskope" (Ebenda, Febr. 1882, S. 9—12). „Einleitung in die Lehre von der Kugelteilung" (Leipzig, B. G. Teubner 1883, S. 262—265). „Ueber die Zahl und Lage der Bilder eines Punkts bei drei eine Ecke bildenden Planspiegeln" (Diese Sitzungsber., Januar 1888). „Ueber Polyederkaleidoskope und deren Anwendung auf die Krystallographie" (Neues Jahrb. f. Mineral. 1889, Bd. I, S. 54—65). „Katalog mathematischer u. s. w. Modelle der Deutschen Mathematiker-Vereinigung", herausgegeben von W. Dyck, München 1892, Nr. 137, S. 250, 251.

2) Vgl. die Figuren in des Verfassers „Einleitung in die Lehre von der Kugelteilung".

3) Vgl. E. Hess: „Ueber die regulären Polytope höherer Art" (Diese Sitzungsber., Mai 1885, S. 31—57, § 1). „Ueber regelmässige Einteilungen des dreidimensionalen sphärischen Raumes" (Ebenda, December 1895, S. 39—50).

V. Schlegel[1]) ausgeführt worden. Bei Benutzung der Polyeder-Kaleidoskope ist hier nur die Herstellung einer Einlage erforderlich, welche für das Fünfzell den 24ten, für das Acht-, das Sechzehn- und das Vierundzwanzig-Zell den 48ten, für das Sechshundert- und das Hundertundzwanzig-Zell den 120ten Teil des ganzen Projectionsmodells beträgt. Auch für die hier zu betrachtende anschauliche Darstellung der stereographischen Projection der regelmässig eingeteilten Hypersphäre erweisen sich die Polyeder-Kaleidoskope als ganz besonders geeignet.,

Durch die Hauptkugeln, in welchen die linearen Symmetrie-Räume der regulären Polytope die concentrische Hypersphäre schneiden, wird dieselbe für die hier nur in Betracht zu ziehenden Fälle des 5-Zells, des 16- und des 8-Zells, des 24-Zells des 600- und des 120-Zells in bez. 120, 384, 1152, 14400 unter sich congruente sphärische Elementar-Tetraeder geteilt, deren Elemente im Folgenden übersichtlich zusammengestellt sind und durch deren verschiedene Zusammenfassung die möglichen regulären und teilweise regulären Gewebe dieser 4 Gruppen leicht erhalten werden können.

Projiciert man nun die auf eine der vier Arten regelmässig eingeteilte Hypersphäre von einem ihrer Punkte P — als welcher einer der Eckpunkte eines Elementartetraeders gewählt werde — auf dessen linearen „Aequator"-Raum, welcher die Hypersphäre in der Polarhauptkugel des Punktes P schneidet, so stellen sich alle durch den Projectionspunkt P und dessen Gegenpunkt P' hindurchgehenden Symmetrie-Hauptkugeln als Ebenen dar, welche sich in der Projection $\mathfrak{P}$ des Punktes P' — die Projection von P fällt ins Unendliche — schneiden. Falls die Polarhauptkugel von P (und P') zu den Symmetriehauptkugeln gehört, so ist ihre Projection, nämlich die mit dem Radius der Hypersphäre — welcher $= 1$ angenommen werde — um den Punkt $\mathfrak{P}$ beschriebene Kugel $\mathfrak{K}$ mit zu berücksichtigen. Alle übrigen

1) Vgl. Specialkatalog, S. 31, 32 und S 87—89 des Verlags von L. Brill in Darmstadt.

Symmetriehauptkugeln projicieren sich als Kugeln, deren Mittelpunkte auf den geraden Symmetrie-Axen, den Schnittlinien der durch den Mittelpunkt 𝔓 gehenden Ebenen liegen, falls — was bei den hier in Betracht kommenden vier Fällen immer möglich ist — als Punkt P ein solcher Eckpunkt des Elementartetraeders gewählt wird, für welchen die drei durch ihn hindurchgehenden Kanten alle vorhandenen Arten von Symmetrie-Axen repräsentieren oder in welchem sich die grösste Zahl von Symmetrie-Hauptkugeln des sphärischen Gewebes schneidet.

Die auf diesen Kugeln, speciell den durch 𝔓 gehenden Ebenen entstehenden Einteilungen, welche durch die kreisförmigen, speciell geraden Symmetrie-Axen erzeugt werden, entsprechen den bekannten Einteilungen einer Kugelfläche, bezw. deren ebener stereographischer Projection, durch die Symmetrie-Ebenen der regulären Polyeder oder können aus diesen leicht durch Construction bestimmter kreisförmiger oder gerader Verbindungslinien vervollständigt werden.

Wenn der soeben näher bezeichnete Eckpunkt P eines sphärischen Tetraeders zum Projectionspunkt gewählt wird, so sind die durch den Mittelpunkt 𝔓 der Projection hindurchgehenden Ebenen

1) für die Gruppe der regulären 5-Zells die 6 Symmetrie-Ebenen eines regulären Tetraeders,

2) für die beiden Gruppen des 16- u. 8-Zells u. des 24-Zells } die 3 + 6 Symmetrie-Ebenen eines regulären Oktaeders (oder Hexaeders),

3) für die Gruppe des 600- und 120-Zells die 15 Symmetrie-Ebenen eines regulären Ikosaeders (oder Pentagondodekaeders).

Die durch je drei benachbarte Symmetrie-Ebenen bestimmte Ecke ist also in diesen drei Fällen dieselbe, welche bei den Polyeder-Kaleidoskopen zur Darstellung der entsprechenden regelmässigen oder teilweise regelmässigen Gestalten der Tetraeder-, Oktaeder- und Ikosaeder-Gruppe benutzt wird.

Werden nun die in einer solchen Ecke enthaltenen Projectionen der sphärischen Tetraeder einer der vier regelmässigen Einteilungen der Hypersphäre dargestellt, so giebt das entsprechende Polyeder-Kaleidoskop für eine solche Einlage ein vollständiges anschauliches Bild der betreffenden Einteilung des dreidimensionalen sphärischen Raumes.[1]) Die Zahl und Beschaffenheit der in einer solchen Ecke enthaltenen Elementar-Tetraeder, sowie ihre Anordnung ist aus den nachfolgenden Zusammenstellungen ersichtlich.

Es sei noch bemerkt, dass nur für die erste Gruppe des 5-Zells die um den Punkt 𝔓 mit dem Radius 1 beschriebene Kugel 𝔎 (die Projection der Polar-Hauptkugel des Punktes P) nicht zu den Symmetrie-Kugeln gehört. Für die drei anderen Hauptgruppen ist dies der Fall, und von den in der Ecke enthaltenen Tetraedern verhält sich die eine, im Innern der Kugel liegende Hälfte zu der anderen, ausserhalb desselben liegenden symmetrisch in Beziehung auf diese Kugel. Die Symmetrie in Beziehung auf irgend eine Kugel, welche die Projection einer Symmetrie-Hauptkugel darstellt, ist überhaupt eine solche, dass ein Punkt und sein Spiegelbild in Beziehung auf diese Kugel harmonische Pole auf dem zugehörigen Kugeldurchmesser (sog. elektrische Bilder nach Thomson) sind.

Hinsichtlich der Herleitung der im Folgenden zusammengestellten Beziehungen und weiter sich hieraus ergebender Folgerungen sei auf eine in Kürze erscheinende grössere Abhandlung des Verfassers hingewiesen, in welcher insbesondere die sämtlichen für die vier Hauptgruppen charakteristischen einfachen und Doppeldrehungen, ebenso die einfachen und dreifachen Spiegelungen (Drehspiegelungen), sowie auch die eigentlichen und uneigentlichen Correlationen vollständig abgeleitet werden.

---

1) Die sphärischen Seitenflächen solcher Tetraeder werden hierbei der Uebersichtlichkeit wegen am besten offen gelassen, d. h. nur durch die in den Symmetrie-Ebenen gezeichneten sphärischen Seiten dargestellt und die den verschiedenen Tetraedern angehörigen ebenen Flächen durch verschiedene Färbung gekennzeichnet.

I. Gruppe des regulären Fünfzells.

Das hierhergehörige reguläre sphärische Zellgewebe (I) wird durch 10 Hauptkugeln ϱ_{1-10} gebildet, welche sich

10 mal zu je dreien in den 10 Hauptkreisen K_{1-10},
15 mal „ „ zweien „ „ 15 „ L_{1-15}

schneiden, während durch die Schnittpunkte nämlich
die 5 Punkte $\mathfrak{T}$ und deren Gegenpunkte $\mathfrak{T}'$ je 6 Hauptkugeln ϱ,
„ 10 „ $\mathfrak{R}$ „ „ „ $\mathfrak{R}'$ „ 4 „ „
hindurchgehen.

Durch diese 10 Hauptkugeln ϱ wird die Hypersphäre in 120 gleiche Elementartetraeder mit je zwei Eckpunkten $\mathfrak{T}_a$ und $\mathfrak{T}'_b$ und je zwei Eckpunkten $\mathfrak{R}_c$ und $\mathfrak{R}'_d$ geteilt. Die Elemente eines solchen Tetraeders $\mathfrak{T}^{(1)}$ sind in übersichtlicher Zusammenstellung die folgenden:

Centriwinkel einer sphärischen Kante:	Hauptkreis:	Neigungswinkel der Hauptkugeln in dieser Kante:
$\overline{\mathfrak{T}_a \mathfrak{R}_c} = \overline{\mathfrak{T}'_b \mathfrak{R}'_d} = \zeta$	K	60°
$\overline{\mathfrak{T}_a \mathfrak{R}'_d} = \overline{\mathfrak{T}'_b \mathfrak{R}_c} = \varepsilon$	L	90°
$\overline{\mathfrak{T}_a \mathfrak{T}'_b} = 180^\circ - 2\zeta$	K	60°
$\overline{\mathfrak{R}_c \mathfrak{R}'_d} = \vartheta$	L	90°

Neigungswinkel der Hauptkreise: (1)

$\mathfrak{R}_c \widehat{\mathfrak{T}_a} \mathfrak{T}'_b = \mathfrak{R}'_d \widehat{\mathfrak{T}'_b} \mathfrak{T}_a = 180^\circ - 2\eta$	$\mathfrak{T}'_b \widehat{\mathfrak{R}_c} \mathfrak{R}'_d = \mathfrak{T}_a \widehat{\mathfrak{R}'_d} \mathfrak{R}_c = 60^\circ$
$\mathfrak{T}'_b \widehat{\mathfrak{T}_a} \mathfrak{R}'_d = \mathfrak{T}_a \widehat{\mathfrak{T}'_b} \mathfrak{R}_c = \eta$	$\mathfrak{R}'_d \widehat{\mathfrak{R}_c} \mathfrak{T}_a = \mathfrak{R}_c \widehat{\mathfrak{R}_d} \mathfrak{T}'_b = 90^\circ$
$\mathfrak{R}'_d \widehat{\mathfrak{T}_a} \mathfrak{R}_c = \mathfrak{R}_c \widehat{\mathfrak{T}'_b} \mathfrak{R}'_d = \eta$	$\mathfrak{T}_a \widehat{\mathfrak{R}_c} \mathfrak{T}'_b = \mathfrak{T}'_b \widehat{\mathfrak{R}'_d} \mathfrak{T}_a = 90^\circ.$

Dabei ist:

$$\left.\begin{array}{l} \cos 2\eta = -\frac{1}{3},\ \cos 2\zeta = -\frac{1}{4},\ \cos 2\varepsilon = -\frac{2}{3},\ \cos\vartheta = \frac{2}{3}, \\ \eta = 54^\circ 44' 8'',2,\ \zeta = 52^\circ 14' 19'',6,\ \varepsilon = 65^\circ 54' 18'',6,\ \vartheta = 48^\circ 11' 22'',8, \\ 2\varepsilon + \vartheta = 180^\circ,\ \varepsilon = 45^\circ + \psi,\ \vartheta = 90^\circ - 2\psi,\ \text{wobei } \operatorname{tg}\psi = \operatorname{tg}^2\varphi = \frac{3-\sqrt{5}}{2} \\ \text{(vgl. unter IV Formel (6)).} \end{array}\right\} (2)$$

Wenn je 24 in einem Punkte $\mathfrak{T}$ (oder $\mathfrak{T}'$) zusammenstossende Tetraeder zusammengefasst werden, so entsteht das Gewebe des regulären Fünfzells (oder das conjugierte Gewebe) und zwar sind die

5 Punkte	$\mathfrak{T}\,(\mathfrak{T}')$	die	Eckpunkte	dieses regulären Gewebes.
10 „	$\mathfrak{N}\,(\mathfrak{N}')$	„	Kantenmittelpunkte	
10 „	$\mathfrak{N}'\,(\mathfrak{N})$	„	Flächenmittelpunkte	
5 „	$\mathfrak{T}'\,(\mathfrak{T})$	„	Tetraedermittelpunkte	

Durch Zusammenfassen von je 12 in einem Punkte $\mathfrak{N}$ (oder $\mathfrak{N}'$) zusammenstossenden Elementartetraedern resultiert das feste gleichzellige Zellgewebe dieser Gruppe; die Eckpunkte der 10 congruenten sphärischen dreiseitigen Doppelpyramiden, welche dieses Gewebe bilden, sind eine Combination der 5 Eckpunkte $\mathfrak{T}$ und der 5 Eckpunkte $\mathfrak{T}'$. Das diesem gleichzelligen Gewebe zugeordnete feste, gleicheckige Gewebe hat die 10 Punkte $\mathfrak{N}$ (oder $\mathfrak{N}'$) zu Eckpunkten und ist von 5 regulären Oktaedern und 5 regulären Tetraedern begrenzt, von welchen sich je 3 Oktaeder und je 2 Tetraeder in jedem Eckpunkte vereinigen.

Wenn im Innern eines der 120 Elementartetraeder ein beliebiger Punkt angenommen wird und die übrigen 119 homologen Punkte construiert werden, so wird das allgemeinste gleicheckige Gewebe dieser Gruppe erhalten, welchem das entsprechende gleicheckige und gleichzellige Polytop bez. ein- und umgeschrieben ist, und aus welchem für besondere Lagen des angenommenen Punktes weitere specielle Gewebe und Polytope resultieren.[1])

In der stereographischen Projection des sphärischen Gewebes (I) für einen Punkt $\mathfrak{T}'$ (oder $\mathfrak{T}$) als Projectionspunkt stellen sich die 6 durch diesen Punkt gehenden Hauptkugeln als die 6 durch den Punkt t (die Projection von $\mathfrak{T}'$) hindurchgehenden Symmetrie-Ebenen eines regulären Tetraeders dar, während die 4 übrigen Hauptkugeln ϱ als Kugeln projiciert werden, deren Mittelpunkte auf den vier von dem Mittelpunkte t ausgehenden Graden K (den Projectionen von 4 Hauptkreisen K) in gleichen Abständen von demselben liegen.

---

1) Vgl. die citierten Abhandlungen des Verf. Diese Sitzungsb. 1885 und 1894.

In jeder der 24 dreiflächigen Ecken mit dem gemeinsamen Scheitel $\mathfrak{t}$ (einer Polyeder-Kaleidoskop-Ecke mit den Neigungswinkeln 90^0, 60^0, 60^0 der spiegelnden Innenflächen) liegen fünf projicierte Elementartetraeder von leicht erkennbarer Beschaffenheit und Gruppierung. Das innerste und das äusserste (dessen Eckpunkt $\mathfrak{t}'$ im Unendlichen liegt) dieser Tetraeder hat drei ebene und eine kugelförmige, die übrigen drei Tetraeder haben je zwei ebene und zwei kugelförmige Seitenflächen. Auf den Innenseiten der drei Ebenen der dreiflächigen Ecke, welche als Einlage in das Polyeder-Kaleidoskop dient, sind daher nur je vier dreieckige Grenzflächen anzugeben: von den Seiten des innersten Dreiecks sind zwei geradlinig, eine kreisförmig, von denjenigen der beiden dazwischen liegenden Dreiecke eine geradlinig und zwei kreisförmig. Diese Seiten sind nach dem Verfahren der stereographischen Projection unter Benutzung der in Formel (1) angegebenen Werte für die Seiten und Winkel mit Leichtigkeit zu construieren.

Die auf diese Weise hergestellte Einlage giebt in dem Polyeder-Kaleidoskop ein anschauliches Bild der sämtlichen 120 Elementartetraeder; insbesondere liefert das innerste Tetraeder allein das Bild des regulären in 24 Tetraeder zerlegten Grenzpolyeders des regulären sphärischen Fünfzells.

II. Gruppe des regulären 16- und 8-Zells.

Die Symmetrie-Hauptkugeln des hierhergehörigen sphärischen Zellgewebes (II) sind einmal vier Hauptkugeln α_{1-4}, welche zu einander orthogonal sind und die Hypersphäre in 16 reguläre sphärische Tetraeder zerteilen (die diesem Gewebe ein- und umgeschriebenen Polytope sind bez. das reguläre 16- und 8-Zell), ferner die 12 Hauptkugeln β_{1-12}, welche die Winkel und Nebenwinkel je zweier Hauptkugeln α halbieren. Diese $4+12$ Hauptkugeln α und β schneiden sich

zu je	vieren	$(\alpha\alpha\beta\beta)$	in 6	Hauptkreisen	E, E',
„ „	dreien	$(\beta\beta\beta)$	„ 16	„	K',
„ „	zweien	$(\beta\beta)$	„ 12	„	$E^{(1)}, E^{(1)\prime}$,
„ „	„	$(\alpha\beta)$	„ 24	„	D;

die Schnittpunkte derselben sind:

4 Punkte $\mathfrak{A}$ und deren Gegenpunkte $\mathfrak{A}'$, in denen sich	3 Hauptkugeln α 6 „ β
12 „ $\mathfrak{B}$ „ „ „ $\mathfrak{B}'$, „ „ „	2 „ α 3 „ β
16 „ $\mathfrak{D}$ „ „ „ $\mathfrak{D}'$, „ „ „	1 „ α 3 „ β
8 „ $\mathfrak{C}$ „ „ „ $\mathfrak{C}'$, „ „ „	6 „ β

vereinigen.

Jede der Hauptkugeln α und β wird durch die Hauptkreise in bestimmter Weise regelmässig eingeteilt; insbesondere ist die auf einer Hauptkugel α entstehende Figur genau das durch die $(3+6)$ Symmetrie-Ebenen eines regulären Oktaeders odar Hexaeders auf einer concentrischen Kugelfläche erzeugte sphärische Netz.

Durch die vier Hauptkugeln α und die 12 Hauptkugeln β, welche bez. die Polarhauptkugeln zu den Punkten $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ sind, wird die Hypersphäre in 384 Elementartetraeder mit je einem Eckpunkt $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{C}$ und den Seitenflächen β_i, β_k, β_l, α_m geteilt. Die Elemente eines solchen sphärischen Tetraeders $\mathfrak{T}^{(2)}$ sind in der nachfolgenden Zusammenstellung (3) angegeben:

Centriwinkel einer sphärischen Kante:	Haupt-kreis:	Neigungswinkel der Hauptkugeln in dieser Kante:
$\mathfrak{A}\mathfrak{B} = 45^\circ$	E	$\widehat{\alpha_m \beta_l} = 45^\circ$
$\mathfrak{C}\mathfrak{D} = 30^\circ$	K'	$\widehat{\beta_i \beta_k} = 60^\circ$
$\mathfrak{A}\mathfrak{C} = 60^\circ$	K'	$\widehat{\beta_l \beta_k} = 60^\circ$
$\mathfrak{D}\mathfrak{B} = 90^\circ - \eta$	D	$\widehat{\beta_i \alpha_m} = 90^\circ$
$\mathfrak{A}\mathfrak{D} = \eta$	D	$\widehat{\beta_k \alpha_m} - 90^\circ$
$\mathfrak{B}\mathfrak{C} = 45^\circ$	$E^{(1)}$	$\widehat{\beta_i \beta_l} = 90^\circ$

Neigungswinkel der Hauptkreise:

$\mathfrak{D}\widehat{\mathfrak{A}}\mathfrak{C} = 90^\circ - \eta$	$\mathfrak{D}\widehat{\mathfrak{B}}\mathfrak{C} = 45^\circ$
$\mathfrak{C}\widehat{\mathfrak{A}}\mathfrak{B} = \eta$	$\mathfrak{C}\widehat{\mathfrak{B}}\mathfrak{A} = 90^\circ$
$\mathfrak{B}\widehat{\mathfrak{A}}\mathfrak{D} = 45^\circ$	$\mathfrak{A}\widehat{\mathfrak{B}}\mathfrak{D} = 90^\circ$
$\mathfrak{D}\widehat{\mathfrak{C}}\mathfrak{B} = \eta$	$\mathfrak{B}\widehat{\mathfrak{D}}\mathfrak{C} = 90^\circ$
$\mathfrak{B}\widehat{\mathfrak{C}}\mathfrak{A} = \eta$	$\mathfrak{C}\widehat{\mathfrak{D}}\mathfrak{A} = 90^\circ$
$\mathfrak{A}\widehat{\mathfrak{C}}\mathfrak{D} = 180^\circ - 2\eta$	$\mathfrak{A}\widehat{\mathfrak{D}}\mathfrak{B} = 60^\circ$.

(3)

Hierbei hat η den in Formel (2) angegebenen Wert.

Um jeden der 8 Punkte 𝔄, 𝔄′ liegen 48 Elementartetraeder,
„ „ „ 24 „ 𝔅, 𝔅′ „ 16 „ ,
„ „ „ 32 „ 𝔇, 𝔇′ „ 12 „ ,
„ „ „ 16 „ ℭ, ℭ′ „ 24 „ .

Das Zusammenfassen von je 24 um einen Punkt ℭ herumliegenden Elementartetraedern ergiebt das reguläre Gewebe, dessen Eckpunkte, Kanten-, Flächen- und Polyeder-Mittelpunkte bez. die Punkte 𝔄, 𝔅, 𝔇, ℭ sind und welchem das reguläre 16-Zell ein-, das reguläre 8-Zell umgeschrieben ist.

Durch Zusammenfassen von je 48 um einen Punkt 𝔄 herumliegenden Elementartetraedern resultiert das dem vorigen conjugierte reguläre Gewebe, dessen Eckpunkte, Kanten-, Flächen- und Polyeder-Mittelpunkte bez. die Punkte ℭ, 𝔇, 𝔅, 𝔄 sind und welchem das reguläre 8-Zell ein-, das reguläre 16-Zell umgeschrieben ist.

Das durch Zusammenfassen von je 16 in einem Punkte 𝔅 zusammenstossenden Elementartetraedern entstehende reguläre Gewebe mit den Eckpunkten 𝔄 und ℭ und den Polyedermittelpunkten 𝔅, welchem ein reguläres 24-Zell ein- und umgeschrieben werden kann, wird genauer unter III betrachtet werden.

Endlich resultiert durch Vereinigung von je 12 in einem Punkte 𝔇 zusammenstossenden Elementartetraedern das feste gleichzellige Gewebe dieser Gruppe, welches von 32 congruenten dreiseitigen sphärischen Doppelpyramiden begrenzt ist und dessen Eckpunkte die Punkte 𝔄 und ℭ sind. Das diesem gleichzelligen Gewebe zugeordnete feste gleicheckige Gewebe, dessen Eckpunkte die 32 Punkte 𝔇, 𝔇′ sind, wird von 16 regulären Tetraedern und acht sphärischen Kubooktaedern begrenzt, von welchen sich je zwei Tetraeder und drei Kubooktaeder in einer Ecke vereinigen.

Wenn im Innern eines der 384 Elementartetraeder ein beliebiger Punkt angenommen wird und die übrigen 383 homologen Punkte construiert werden, so wird das allgemeinste gleicheckige Gewebe dieser Gruppe erhalten, welchem das ent-

sprechende gleicheckige und gleichzellige Polytop bez. ein- und umgeschrieben ist und aus welchem für specielle Lagen des angenommenen Punktes weitere specielle Gewebe und Polytope resultieren.

In der stereographischen Projection des sphärischen Gewebes (II) für einen Punkt 𝔄′ (oder 𝔄) als Projectionspunkt stellen sich die 3 + 6 durch diesen Punkt gehenden Hauptkugeln α und β als die 3 + 6 durch den Punkt $\mathfrak{a}$ (die Projection von 𝔄′) hindurchgehenden Symmetrie-Ebenen eines regulären Oktaeders (oder Hexaeders) dar. Die vierte Hauptkugel α projiciert sich als die um den Mittelpunkt $\mathfrak{a}$ mit dem Radius 1 beschriebene Kugel 𝔎, während die sechs übrigen Hauptkugeln β als Kugeln sich darstellen, welche mit dem Radius $= \sqrt{2}$ von den sechs Oktaederpunkten der ersteren Kugel aus als Mittelpunkten beschrieben sind.

Jede der 48 dreiflächigen Ecken mit dem gemeinsamen Scheitel $\mathfrak{a}$ (eine Polyeder-Kaleidoskop-Ecke mit den Neigungswinkeln 90°, 60°, 45° der spiegelnden Innenflächen) enthält acht projicierte Elementartetraeder, von denen die vier im Innern der Kugel 𝔎 vom Radius 1 liegenden sich symmetrisch in Beziehung auf diese Kugel zu den vier anderen ausserhalb derselben liegenden Tetraedern verhalten. Das innerste und das äusserste (dessen Eckpunkt $\mathfrak{a}'$ im Unendlichen liegt) dieser acht Tetraeder hat drei ebene und eine kugelförmige, die übrigen 2.3 Tetraeder haben je zwei ebene und zwei kugelförmige Seitenflächen. Auf den Innenseiten der drei Ebenen der dreiflächigen Ecke, welche als Einlage in das Polyeder-Kaleidoskop dient, sind hiernach nur 2×3 dreieckige Grenzflächen anzugeben; von den Seiten des innersten und äussersten Dreiecks sind zwei geradlinig, eine kreisförmig, von denjenigen der 2.2 dazwischenliegenden Dreiecke eine geradlinig und zwei kreisförmig. Auch hier sind diese Seiten nach dem Verfahren der stereographischen Projection unter Benutzung der in Formel (3) angegebenen Werte für die Seiten und Winkel leicht zu construieren.

Man erhält auf diese Weise in dem Polyeder-Kaleidoskop ein anschauliches Bild der sämtlichen 384 Elementartetraeder; das innere Tetraeder allein ergiebt das Bild des regulären in 48 Tetraeder zerlegten sphärischen Hexaeders, welches das Grenzpolyeder des regulären sphärischen 8-Zells ist; die vier inneren Tetraeder vereinigt geben das Bild des regulären sphärischen Oktaeders, welches sich aus 8 Grenzpolyedern des regulären sphärischen 16-Zells zusammensetzt.

III. Gruppe des regulären 24-Zells.

Die Symmetriehauptkugeln des hierhergehörigen sphärischen Zellgewebes sind die vier Hauptkugeln α_{1-4}, die zwölf Hauptkugeln β_{1-12} des Gewebes (II), ausserdem aber noch acht Hauptkugeln γ_{1-8}, die Polarhauptkugeln der Punkte $\mathfrak{C}$, welche durch je sechs Punkte $\mathfrak{B}$ und deren Gegenpunkte und durch je drei Punkte $\mathfrak{C}$ und deren Gegenpunkte hindurchgehen. Diese $4 + 12 + 8$ Hauptkugeln schneiden sich (vgl. unter II)

zu je vieren	$(\alpha\alpha\beta\beta)$	in den	6	Hauptkreisen	E, E',
„ „ „	$(\beta\beta\gamma\gamma)$	„ „	12	„	$E^{(1)}$, $E^{(1)'}$,
„ „ dreien	$(\beta\beta\beta)$	„ „	16	„	K',
„ „ „	$(\alpha\gamma\gamma)$	„ „	16	„	K,
„ „ zweien	$(\alpha\beta)$	„ „	24	„	D, D',
„ „ „	$(\beta\gamma)$	„ „	48	„	$D^{(1)}$, $D^{(1)'}$,

während die Schnittpunkte derselben sind:

4 Punkte $\mathfrak{A}$	und deren Gegenpunkte $\mathfrak{A}'$,	in denen sich	3	Hauptkugeln	α
			6	„	β
12 „ $\mathfrak{B}$	„ „ „ $\mathfrak{B}'$,	„ „ „	2	„	α
			3	„	β
			4	„	γ
8 „ $\mathfrak{C}$	„ „ „ $\mathfrak{C}'$,	„ „ „	6	„	β
			3	„	γ
16 „ $\mathfrak{D}$	„ „ „ $\mathfrak{D}'$,	„ „ „	1	„	α
			3	„	β
32 „ $\mathfrak{D}^{(1)}$	„ „ „ $\mathfrak{D}^{(1)'}$,	„ „ „	1	„	γ
			3	„	β
48 „ $\mathfrak{D}^{(2)}$	„ „ „ $\mathfrak{D}^{(2)'}$,	„ „ „	1	„	α
			1	„	β
			2	„	γ

vereinigen.

Auf jeder der vier Hauptkugeln α, der acht Hauptkugeln γ und der zwölf Hauptkugeln β entsteht durch $3 + 6 + 4 = 13$ der Hauptkreise dieselbe Einteilung, nämlich:

auf α und γ bezw.

durch 3 Hauptkreise $E, E^{(1)}$	mit 3 Schnittpkt. $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{C}$ und deren Gegenpkt.,
„ 6 „ $D, D^{(1)}$	„ 4 „ $\mathfrak{D}, \mathfrak{D}^{(1)}$ „ „ „ ,
„ 4 „ K	„ 6 „ $\mathfrak{B}$ „ „ „ ,
	„ 12 „ $\mathfrak{D}^{(2)}$ „ „ „ ,

auf β durch

1 Hauptkr. E, 2 Hauptkr. $E^{(1)}$	mit 3 Schnittpunkten $\mathfrak{B}$ und deren Gegenpkt.,
2 „ D, 4 „ $D^{(1)}$	„ 4 „ $\mathfrak{D}^{(2)}$ „ „ „ ,
4 „ K'	„ 2 Schnpkt. $\mathfrak{A}$, 4 Schnpkt. $\mathfrak{C}$ u. d. Ggp.,
	„ 12 Schnittpkt. $\mathfrak{D}^{(1)}$ und deren Gegenpkt.

Durch die $4 + 8 + 12$ Hauptkugeln α, γ, β wird die Hypersphäre in 1152 Elementar-Tetraeder geteilt, indem jedes der 384 Tetraeder des Gewebes II in drei congruente Tetraeder durch je zwei Hauptkugeln γ zerlegt wird. Die Art der Zerlegung eines Tetraeders $\mathfrak{T}^{(2)}$ in drei Teiltetraeder $\mathfrak{T}_1^{(3)}$, $\mathfrak{T}_2^{(3)}$, $\mathfrak{T}_3^{(3)}$, sowie deren Beschaffenheit ist aus der nachfolgenden Zusammenstellung und der Angabe ihrer Elemente ersichtlich (vgl. Formel (3)):

$$\left.\begin{array}{llll}
\mathfrak{T}_1^{(3)} \ldots & \mathfrak{A}\,\mathfrak{B}\,\mathfrak{D}^{(1)}\,\mathfrak{D}^{(2)} & \ldots & \gamma_r\ \beta_k\ \alpha_m\ \beta_l \\
\mathfrak{T}_2^{(3)} \ldots & \mathfrak{C}\,\mathfrak{B}\,\mathfrak{D}^{(1)}\,\mathfrak{D}^{(2)} & \ldots & \gamma_r\ \beta_k\ \gamma_s\ \beta_l \\
\mathfrak{T}_3^{(3)} \ldots & \mathfrak{C}\,\mathfrak{B}\,\mathfrak{D}\ \ \mathfrak{D}^{(2)} & \ldots & \alpha_m\ \beta_k\ \gamma_s\ \beta_i
\end{array}\right\}\ (4\alpha)$$

Centriwinkel einer sphärischen Kante: Hauptkreis:

$$\left.\begin{array}{ll}
\left\{\begin{array}{l}
\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{B}} = \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{B}} = \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{B}} = 45^\circ \ldots\ldots \\
\overline{\mathfrak{D}^{(1)}\mathfrak{D}^{(2)}} = \overline{\mathfrak{D}^{(1)}\mathfrak{D}^{(2)}} = \overline{\mathfrak{D}\,\mathfrak{D}^{(2)}} = 2\eta - 90^\circ \ldots
\end{array}\right. & \begin{array}{l} E \text{ oder } E^{(1)} \ldots \\ D^{(1)} \text{ oder } D \ldots \end{array} \\
\left\{\begin{array}{l}
\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{D}^{(1)}} = \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{D}^{(1)}} = \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{D}} = 30^\circ \ldots\ldots \\
\overline{\mathfrak{B}\mathfrak{D}^{(2)}} = \overline{\mathfrak{B}\mathfrak{D}^{(2)}} = \overline{\mathfrak{B}\mathfrak{D}^{(2)}} = 30^\circ \ldots\ldots
\end{array}\right. & \begin{array}{l} K' \ldots \\ K \ldots \end{array} \\
\left\{\begin{array}{l}
\overline{\mathfrak{A}\mathfrak{D}^{(2)}} = \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{D}^{(2)}} = \overline{\mathfrak{C}\mathfrak{D}^{(2)}} = 90^\circ - \eta \ldots\ldots \\
\overline{\mathfrak{B}\mathfrak{D}^{(1)}} = \overline{\mathfrak{B}\mathfrak{D}^{(1)}} = \overline{\mathfrak{B}\mathfrak{D}} = 90^\circ - \eta \ldots\ldots
\end{array}\right. & \begin{array}{l} D \text{ oder } D^{(1)} \ldots \\ D \ldots \end{array} \\
\text{Neigungswinkel der Hauptkugeln in dieser Kante:} & \\
\begin{array}{l}
\left.\begin{array}{l}
\ldots\ \widehat{\alpha_m\beta_l} = \widehat{\gamma_s\beta_l} = \widehat{\gamma_s\beta_i} = 45^\circ \\
\ldots\ \widehat{\gamma_r\beta_k} = \widehat{\gamma_r\beta_k} = \widehat{\alpha_m\beta_k} = 90^\circ
\end{array}\right\} \\
\left.\begin{array}{l}
\ldots\ \widehat{\beta_k\beta_l} = \widehat{\beta_k\beta_l} = \widehat{\beta_k\beta_i} = 60^\circ \\
\ldots\ \widehat{\gamma_r\alpha_m} = \widehat{\gamma_r\gamma_s} = \widehat{\alpha_m\gamma_s} = 60^\circ
\end{array}\right\} \\
\left.\begin{array}{l}
\ldots\ \widehat{\beta_k\alpha_m} = \widehat{\beta_k\gamma_s} = \widehat{\beta_k\gamma_s} = 90^\circ \\
\ldots\ \widehat{\gamma_r\beta_l} = \widehat{\gamma_r\beta_l} = \widehat{\alpha_m\beta_i} = 90^\circ
\end{array}\right\}
\end{array} &
\end{array}\right\}\ (4\beta)$$

Neigungswinkel an den Ecken von $\mathfrak{T}_1^{(3)}$ (für $\mathfrak{T}_2^{(3)}$, $\mathfrak{T}_3^{(3)}$ (durch Vertauschung aus (4α) entsprechend zu erhalten):

$$\left.\begin{array}{l|l|l}
\mathfrak{D}^{(2)}\widehat{\mathfrak{A}}\mathfrak{D}^{(1)} = 90^\circ - \eta & \mathfrak{D}^{(2)}\widehat{\mathfrak{B}}\mathfrak{D}^{(1)} = 90^\circ - \eta & \mathfrak{D}^{(2)}\widehat{\mathfrak{D}^{(1)}}\mathfrak{B} = 60^\circ \\
\mathfrak{D}^{(1)}\widehat{\mathfrak{A}}\mathfrak{B} = \eta & \mathfrak{D}^{(1)}\widehat{\mathfrak{B}}\mathfrak{A} = 45^\circ & \mathfrak{B}\widehat{\mathfrak{D}^{(1)}}\mathfrak{A} = 90^\circ \\
\mathfrak{B}\widehat{\mathfrak{A}}\mathfrak{D}^{(2)} = 45^\circ & \mathfrak{A}\widehat{\mathfrak{B}}\mathfrak{D}^{(2)} = \eta & \mathfrak{A}\widehat{\mathfrak{D}^{(1)}}\mathfrak{D}^{(2)} = 90^\circ \\
\multicolumn{3}{c}{\mathfrak{B}\widehat{\mathfrak{D}^{(2)}}\mathfrak{D}^{(1)} = 90^\circ} \\
\multicolumn{3}{c}{\mathfrak{D}^{(1)}\widehat{\mathfrak{D}^{(2)}}\mathfrak{A} = 60^\circ} \\
\multicolumn{3}{c}{\mathfrak{A}\widehat{\mathfrak{D}^{(2)}}\mathfrak{B} = 90^\circ.}
\end{array}\right\} \quad (4\gamma)$$

Wenn je 48 um jeden der 24 Punkte $\mathfrak{B}$ ($\mathfrak{B}'$) herumliegende Tetraeder $\mathfrak{T}^{(3)}$ zusammengefasst werden, so resultiert ein reguläres Gewebe, dessen Eckpunkte, Kanten-, Flächen- und Polyeder-Mittelpunkte bez. die Punkte $\mathfrak{A} + \mathfrak{C}$, $\mathfrak{D} + \mathfrak{D}^{(1)}$, $\mathfrak{D}^{(2)}$ und $\mathfrak{B}$ sind (vgl. unter II) und welchem ein reguläres 24-Zell sowohl ein- wie umgeschrieben werden kann. Durch das Zusammenfassen von je 48 um jeden der acht Punkte $\mathfrak{A}$ ($\mathfrak{A}'$) und der 16 Punkte $\mathfrak{C}$ ($\mathfrak{C}'$) herumliegenden Elementartetraedern $\mathfrak{T}^{(3)}$ wird ein dem ersten c o n j u g i e r t e s und congruentes reguläres Gewebe erhalten, dessen Eckpunkte, Kanten-, Flächen- und Polyeder-Mittelpunkte bez. die Punkte $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{D}^{(2)}$, $\mathfrak{D} + \mathfrak{D}^{(1)}$ und $\mathfrak{A} + \mathfrak{C}$ sind.

Wenn je zwölf in jedem der 96 Punkte $\mathfrak{D}^{(2)}$ ($\mathfrak{D}^{(2)\prime}$) oder in jedem der 32 Punkte $\mathfrak{D}$ ($\mathfrak{D}'$) und der 64 Punkte $\mathfrak{D}^{(1)}$ ($\mathfrak{D}^{(1)\prime}$) zusammenstossende Elementartetraeder vereinigt werden, so entsteht in beiden Fällen das f e s t e g l e i c h z e l l i g e Gewebe dieser Gruppe, welches von 96 congruenten, dreiseitigen sphärischen Doppelpyramiden begrenzt wird und deren jedem ein f e s t e s g l e i c h e c k i g e s Gewebe zugeordnet ist, bei welchem in jedem Eckpunkte drei sphärische Kubooktaeder (deren es (8 + 16), bez. 24 giebt) und zwei reguläre sphärische Hexaeder (deren es 24, bez. (8 + 16) giebt), zusammenstossen.

Wird im Innern eines der 1152 Elementartetraeder ein beliebiger Punkt angenommen, so bildet dieser mit den 1151 übrigen homologen Punkten die Eckpunkte des allgemeinsten g l e i c h e c k i g e n Gewebes dieser Gruppe.

Die s t e r e o g r a p h i s c h e P r o j e c t i o n des sphärischen Gewebes (III) wird aus derjenigen des Gewebes (II) erhalten,

wenn noch die Projectionen der acht Hauptkugeln γ ausser den Projectionen der vier Hauptkugeln α und der zwölf Hauptkugeln β (vgl. unter II) construiert werden. Die Projectionen dieser acht Hauptkugeln γ für einen Punkt $\mathfrak{A}'$ als Projectionspunkt sind acht Kugeln, welche mit dem Radius $= \sqrt{2}$ von den acht Hexaeder-Eckpunkten der Kugel $\mathfrak{K}$ aus beschrieben sind. Jedes der 384 projicierten Elementartetraeder des Gewebes (II) wird durch je zwei dieser Kugeln in drei Teiltetraeder, die Projectionen von $\mathfrak{T}_1^{(3)}$, $\mathfrak{T}_2^{(3)}$, $\mathfrak{T}_3^{(3)}$ zerlegt. Die Seitenfläche $\mathfrak{B}\,\mathfrak{D}\,\mathfrak{C}$ (vgl. 4α) bleibt hierbei ungeändert, während die beiden Seitenflächen $\mathfrak{A}\,\mathfrak{B}\,\mathfrak{C}$, $\mathfrak{A}\,\mathfrak{B}\,\mathfrak{D}$ in je zwei, die Seitenfläche $\mathfrak{A}\,\mathfrak{D}\,\mathfrak{C}$ in drei Teildreiecke zerlegt wird, deren Seiten in der stereographischen Projection sich teils geradlinig, teils kreisförmig darstellen.

Jede der 48 dreiflächigen Ecken mit dem gemeinsamen Scheitel $\mathfrak{b}$, derselben Polyeder-Kaleidoskop-Ecke, wie die bei II benutzte, enthält alsdann $3.8 = 24$ projicierte Elementartetraeder, von denen die zwölf im Inneren der Kugel $\mathfrak{K}$ liegenden sich wiederum symmetrisch in Beziehung auf diese Kugel zu den zwölf anderen, ausserhalb derselben liegenden, verhalten.

Die Einteilungen der drei Ebenen der dreiflächigen Ecke, welche als Einlage in das Polyeder-Kaleidoskop dient, in die Teildreiecke, deren Seiten teils geradlinig, teils kreisförmig sind, ist leicht auszuführen. Um mit Hülfe des Polyeder-Kaleidoskopes ein vollständig anschauliches Bild des sphärischen Gewebes (III) zu erhalten, empfiehlt es sich, bei der Einlage auch die Teilungen der kugelförmigen Grenzflächen, welche in das Innere der dreiflächigen Ecke fallen, durch Einfügen der teilenden Kreisbogen sichtbar zu machen. Das reguläre sphärische Oktaeder, welche das Grenzpolyeder des sphärischen regulären 24-Zells bildet, lässt sich zufolge der obigen Betrachtungen auf zwei verschiedene Arten hierbei zur Anschauung bringen.

IV. Gruppe des regulären 600- und 120-Zells.

Das hierhergehörige sphärische Zellgewebe (IV) wird durch 60 Hauptkugeln β_1–β_{60} gebildet[1]), welche sich

zu	je	fünfen	in	72	Hauptkreisen	G,
"	"	"	"	200	"	C,
"	"	"	"	450	"	B

schneiden, während durch die Schnittpunkte, nämlich

die	60	Punkte	$\mathfrak{B}$	und	deren	Gegenpunkte	$\mathfrak{B}'$	je 15	Hauptkugeln β,
"	360	"	$\mathfrak{J}$	"	"	"	$\mathfrak{J}'$	" 6	" "
"	600	"	$\mathfrak{K}$	"	"	"	$\mathfrak{K}'$	" 4	" "
"	300	"	$\mathfrak{D}$	"	"	"	$\mathfrak{D}'$	" 6	" "

hindurchgehen.

Auf jeder Hauptkugel β liegen sechs Hauptkreise G, zehn Hauptkreise C und 15 Hauptkreise B, welche sich

zu je sechsen	{ 2 Hauptkr. B 2 " C 2 " G }	in 15	Punkten	$\mathfrak{B}$	u. der.	Gegenpunkten	$\mathfrak{B}'$,
" " fünfen	{ 5 " G }	" 6	"	$\mathfrak{J}^{(1)}$	" "	"	$\mathfrak{J}^{(1)\prime}$,
" " dreien	{ 3 " B }	" 10	"	$\mathfrak{K}^{(1)}$	" "	"	$\mathfrak{K}^{(1)\prime}$,
" " dreien	{ 1 " B 2 " C }	" 30	"	$\mathfrak{D}$	" "	"	$\mathfrak{D}'$,
" " zweien	{ 1 " B 1 " G }	" 30	"	$\mathfrak{K}^{(2)}$	" "	"	$\mathfrak{K}^{(2)\prime}$,
" " zweien	{ 1 " B 1 " G }	" 30	"	$\mathfrak{J}^{(2)}$	" "	"	$\mathfrak{J}^{(2)\prime}$

schneiden. (Man vgl. die Fig. 29 in des Verf. „Einleitung in die Lehre von der Kugelteilung“, in welcher die stereographische Projection dieser sphärischen Figur für einen Projectionspunkt $\mathfrak{B}'$ dargestellt ist).

Durch die 60 Hauptkugeln β, welche die Polarhauptkugeln zu den Punkten $\mathfrak{B}$ sind, wird die Hypersphäre in 14 400 sphärische Elementartetraeder mit je einem Eckpunkte $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{J}$, $\mathfrak{K}$, $\mathfrak{D}$ geteilt, so dass

---

1) Vergl. E. Hess: Beiträge zur Theorie der mehrfach perspectiven Dreiecke und Tetraeder. Math. Ann. Bd. 28, S. 167, § 11.

um jeden der	120	Punkte	$\mathfrak{B}\,(\mathfrak{B}')$	je	120	dieser	Elementartetraeder,
„ „ „	720	„	$\mathfrak{J}\,(\mathfrak{J}')$	„	20	„	„ ,
„ „ „	1200	„	$\mathfrak{K}\,(\mathfrak{K}')$	„	12	„	„ ,
„ „ „	600	„	$\mathfrak{D}\,(\mathfrak{D}')$	„	24	„	„

herumliegen.

Die Elemente eines solchen sphärischen Elementartetraeders $\mathfrak{T}^{(4)} \ldots \mathfrak{B}\mathfrak{J}\mathfrak{K}\mathfrak{D} = \beta_a \beta_b \beta_c \beta_d$ sind in übersichtlicher Zusammenstellung die folgenden:

Centriwinkel einer sphärischen Kante:	Hauptkreis:	Neigungswinkel der Hauptkugeln in dieser Kante:	Neigungswinkel der Hauptkreise:	
$\overline{\mathfrak{B}\mathfrak{J}} = 18^\circ$	G	$\widehat{\beta_c\,\beta_d} = 36^\circ$	$\mathfrak{K}\,\widehat{\mathfrak{B}}\,\mathfrak{J} = \varphi$	$\mathfrak{B}\,\widehat{\mathfrak{J}}\,\mathfrak{K} = 90^\circ$
$\overline{\mathfrak{K}\mathfrak{D}} = 60^\circ - \zeta$	C	$\widehat{\beta_a\,\beta_b} = 60^\circ$	$\mathfrak{J}\,\widehat{\mathfrak{B}}\,\mathfrak{D} = \chi$	$\mathfrak{K}\,\widehat{\mathfrak{J}}\,\mathfrak{D} = 36^\circ$
$\overline{\mathfrak{B}\mathfrak{K}} = \psi$	B	$\widehat{\beta_b\,\beta_d} = 90^\circ$	$\mathfrak{D}\,\widehat{\mathfrak{B}}\,\mathfrak{K} = \psi$	$\mathfrak{D}\,\widehat{\mathfrak{J}}\,\mathfrak{B} = 90^\circ$
$\overline{\mathfrak{J}\mathfrak{D}} = 45^\circ - \varphi$	B	$\widehat{\beta_a\,\beta_c} = 90^\circ$	$\mathfrak{J}\,\widehat{\mathfrak{K}}\,\mathfrak{D} = 90^\circ$	$\mathfrak{K}\,\widehat{\mathfrak{D}}\,\mathfrak{B} = 180^\circ - 2\,\eta$
$\overline{\mathfrak{B}\mathfrak{D}} = \zeta - 30^\circ$	C	$\widehat{\beta_b\,\beta_c} = 60^\circ$	$\mathfrak{D}\,\widehat{\mathfrak{K}}\,\mathfrak{B} = 90^\circ$	$\mathfrak{B}\,\widehat{\mathfrak{D}}\,\mathfrak{J} = \eta$
$\overline{\mathfrak{J}\mathfrak{K}} = \varphi - \psi$	B	$\widehat{\beta_a\,\beta_d} = 90^\circ$	$\mathfrak{B}\,\widehat{\mathfrak{K}}\,\mathfrak{J} = 60^\circ$	$\mathfrak{J}\,\widehat{\mathfrak{D}}\,\mathfrak{K} = \eta$.

(5)

Hierbei haben ζ, η, φ die in Formel (2) angegebenen Werte; ausserdem ist

$$\left.\begin{array}{l} \operatorname{tg} 2\varphi = 2,\ \operatorname{tg}\psi = \operatorname{tg}^2\varphi = \dfrac{3-\sqrt{5}}{2},\ \operatorname{tg}\chi = 2\operatorname{tg}\psi;\ \varphi + \chi + \psi = 90^\circ \\ \sin 2\psi = \cos\vartheta = \dfrac{2}{3}. \end{array}\right\} \quad (6)$$

Werden die 24 um jeden der 600 Punkte $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{D}'$ herumliegenden Elementartetraeder vereinigt, so resultiert ein reguläres, von 600 Tetraedern begrenztes Zellgewebe, dessen Eckpunkte, Kanten-, Flächen- und Polyeder-Mittelpunkte bez. die Punkte $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{J}$, $\mathfrak{K}$, $\mathfrak{D}$ sind und welchem ein reguläres 600-Zell ein-, ein reguläres 120-Zell umgeschrieben ist.

Durch Zusammenfassen von je 120 um einen Punkt $\mathfrak{B}$ ($\mathfrak{B}'$) herumliegenden Elementartetraedern entsteht ein reguläres, von 120 Pentagondodekaedern begrenztes Zellgewebe, dessen Eckpunkte, Kanten-, Flächen- und Polyeder-Mittelpunkte bez. die Punkte $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{K}$, $\mathfrak{J}$, $\mathfrak{B}$ sind und welchem ein reguläres 120-Zell ein-, ein reguläres 600-Zell umgeschrieben ist.

Werden je 20 um einen der 720 Punkte $\mathfrak{J}$ ($\mathfrak{J}'$) *oder* je 12 um einen der 1200 Punkte $\mathfrak{K}$ ($\mathfrak{K}'$) herumliegende Elementartetraeder vereinigt, so entstehen zwei feste *gleichzellige* Gewebe: das erstere ist von 720 congruenten fünfseitigen sphärischen Doppelpyramiden begrenzt und hat die 120 Punkte $\mathfrak{B}$ ($\mathfrak{B}'$) und die 600 Punkte $\mathfrak{D}$ ($\mathfrak{D}'$) zu Eckpunkten, das zweite setzt sich aus 1200 congruenten dreiseitigen sphärischen Doppelpyramiden zusammen und hat ebenfalls die Punkte $\mathfrak{D}$ ($\mathfrak{D}'$) und $\mathfrak{B}$ ($\mathfrak{B}'$) zu Eckpunkten. Jedem dieser beiden gleichzelligen Gewebe ist ein festes *gleicheckiges* Gewebe zugeordnet: das erstere hat die 720 Punkte $\mathfrak{J}$ ($\mathfrak{J}'$) zu Eckpunkten und ist von 120 *regulären Ikosaedern* (mit den Mittelpunkten $\mathfrak{B}$ ($\mathfrak{B}'$)) und von 600 *regulären Oktaedern* (mit den Mittelpunkten $\mathfrak{D}$ ($\mathfrak{D}'$)) begrenzt; in jeder Ecke vereinigen sich zwei Ikosaeder und fünf Oktaeder; das zweite Gewebe hat die 1200 Punkte $\mathfrak{K}$ ($\mathfrak{K}'$) zu Eckpunkten und ist von 120 *Pentagon-Ikosaedern* ((12+20)flächigen 30 Ecken mit den Mittelpunkten $\mathfrak{B}$ ($\mathfrak{B}'$)) und von 600 *regulären Tetraedern* mit den Mittelpunkten $\mathfrak{D}$ ($\mathfrak{D}'$) begrenzt; in jeder Ecke vereinigen sich drei Dodeka-Ikosaeder und zwei reguläre Tetraeder.

Wenn im Innern eines der 14400 Elementartetraeder ein beliebiger Punkt angenommen wird und die diesem homologen Punkte für alle Tetraeder des Gewebes construiert werden, so resultiert das allgemeinste *gleicheckige* Gewebe dieser Gruppe, welchem das entsprechende gleicheckige und gleichzellige Polytop bez. ein- und umgeschrieben ist und aus welchem für specielle Lagen des angenommenen Punktes weitere specielle Gewebe und Polytope — auch höherer Art — erhalten werden können.

In der *stereographischen Projection* des sphärischen Gewebes (IV) für einen Punkt $\mathfrak{B}'$ (oder $\mathfrak{B}$) als Projectionspunkt stellen sich von den 60 Hauptkugeln β die 15 durch diesen Punkt gehenden Hauptkugeln als die 15 durch den Punkt $\mathfrak{B}$ (die Projection von $\mathfrak{B}'$) hindurchgehenden Symmetrie-Ebenen eines *regulären Ikosaeders* (oder *Pentagon-*

dodekaeders) dar. Eine weitere 16te Hauptkugel β projiciert sich als die um den Mittelpunkt 𝔅 mit dem Radius 1 beschriebene Kugel 𝔎, von den übrigen 44 Hauptkugeln β stellen sich $2.12 = 24$ als Kugeln dar, deren Mittelpunkte zu je vieren, symmetrisch zu dem Mittelpunkte 𝔅 auf den sechs fünfzähligen Axen (Projectionen von sechs Hauptkreisen G) liegen, die anderen 20 als Kugeln, deren Mittelpunkte mit den 20 Pentagondodekaeder-Eckpunkten der Kugel 𝔎 zusammenfallen. Die hierdurch erhaltenen Einteilungen der 45 Kugeln und der 15 Ebenen (auf den letzteren entsteht die stereographische Projection der ersteren) sind bereits oben besprochen worden: eine Kugel bez. Ebene enthält $4.120 = 480$ Teildreiecke.

Jede der 120 dreiflächigen Ecken mit dem gemeinsamen Scheitel 𝔅 (ein Polyeder-Kaleidoskop mit den Neigungswinkeln 90^0, 60^0, 36^0 an den Kanten B, C, G der spiegelnden Innenflächen) enthält 120 projicierte Elementartetraeder, von denen die 60 im Inneren der Kugel 𝔎 liegenden sich symmetrisch in Beziehung auf diese Kugel zu den 60 übrigen ausserhalb derselben liegenden Tetraedern verhalten. Die dreiflächige Ecke, welche als Einlage in das Polyeder-Kaleidoskop dient, wird mit den Einteilungen ihrer Innenseiten in die Teildreiecke mit geradlinigen und kreisförmigen Seiten einfach erhalten, wenn man von der stereographischen Projection der Kugel 𝔎 in die Ebene (vgl. die Fig. 29 in des Verf. Einleitung in die Lehre von der Kugelteilung) einen Quadranten (für den Mittelpunkt 𝔅) so als Netz benutzt, dass die den Quadranten einschliessenden Geraden B und die beiden in demselben von 𝔅 ausgehenden Geraden G, C als Kanten gewählt werden. Auch hier empfiehlt es sich (wie bei III), bei der Einlage auch die Teilungen der kugelförmigen Grenzflächen, welche in das Innere der dreiflächigen Ecke fallen, durch Einfügen der teilenden Kreisbogen sichtbar zu machen. Das innerste Teiltetraeder mit drei ebenen und einer kugelförmigen Grenzfläche giebt im Polyeder-Kaleidoskop das Bild des sphärischen Pentagondodekaeders, welches die Grenzfläche des sphärischen 120-Zells darstellt.

Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass das Zellgewebe (IV) die Gewebe (I), (II), (III) enthält und dass speciell die regulären sphärischen Grenzflächen der regulären Gewebe der drei ersten Gruppen aus der betrachteten Einteilung einer der 60 Hauptkugeln β durch passende Vereinigung der sphärischen Elementardreiecke resultieren.

In derselben Sitzung (15. Juni 1898) sprach Herr Enderlen über:

Schicksal der in die Bauchhöhle verpflanzten Schilddrüse.

Seit durch die Mittheilungen von Weiss, Schönborn, Kocher und anderen bekannt wurde, dass nach totaler Entfernung der Schilddrüse beim Menschen und bei Thieren tötlich verlaufende Tetanie oder Cacheria strumipriva eintreten kann, ist man bestrebt gewesen diesem üblen Ereignis entgegenzutreten.

Bei gutartigen Strumen gelingt es leicht eine genügende Menge von Schilddrüsengewebe zurückzulassen. Anders verhält es sich, wenn wegen einer bösartigen Neubildnng das ganze Organ entfernt werden muss. Von den Versuchen auch hier Abhilfe zu schaffen nenne ich aus den letzten Jahren die Darreichung von Schilddrüsensubstanz und die Anwendung der verschiedenen Schilddrüsenpraeparate.

Aelteren Datums ist die Entdeckung von Schiff, dass eine beliebige Einschaltung der Schilddrüse in die Circulation eines thyreoidectomirten Thieres lebensverlängernde Eigenschaften entfaltet.

Von den verschiedenen Autoren, welche sich mit der Transplantation von Schilddrüsen beschäftigten will ich nur v. Eiselsberg, Gley und Christiani anführen. Ersterer berichtet, dass es ihm gelang Schilddrüsenhälften zwischen Fascie und Peritoneum einzuheilen und dass dann die Thiere die Entfernung der restierenden Hälften am Halse gut ertrugen. Wurde die eingeheilte Drüsenhälfte aber bei einer dritten Operation ent-

fernt, dann gingen die Thiere an acuter Tetanie zu Grunde. v. Eiselsberg kommt zu dem Schlusse, dass die transplantirte Drüse einheilen und funktionsfähig bleiben kann. v. Eiselsberg hat die transplantirten Drüsen auch histologisch untersucht und gab von dem Resultat einen kurzen Bericht.

Ausführlichere Mittheilungen über die Veränderungen welche die transplantierte Drüse erleidet liegen zur Zeit nicht vor.

Auf Veranlassung und mit reichlichster Unterstützung von Herrn Geheimrath Marchand habe ich an einer grösseren Reihe von Katzen und an einigen Hunden die Transplantation von Schilddrüsen in die Bauchhöle vorgenommen. Ueber das Resultat erlaube ich mir kurz zu berichten (Anmerkung: Eine vorläufige Mittheilung erfolgte bereits im ärztlichen Vereine Augustsitzung 1897).

Entweder wurden beide Hälften gleichzeitig exstirpirt, ein-eingeschnitten und verpflanzt, oder erst die eine Hälfte in die Bauchhöhle gebracht, die am Halse aber später total entfernt (also in 2 Zeiten operirt). Das Einschneiden wurde vorgenommen um einen möglichst grossen Theil der Drüse mit dem Bauchfell in Berührung zu bringen und so die Gefässversorgung der centralen Partien zu erleichtern.

Viele von den operirten Thieren, namentlich ganz junge und ganz alte Katzen gingen an acuter Tetanie zu Grunde. Manches mal traten einige Tage lang anhaltende Krämpfe auf, welche schwanden, um kurz vor dem Tode wieder zu kehren. Wieder andere Katzen zeigten keine Krämpfe, es stellte sich aber bei ihnen mehr oder weniger rasche Abmagerung ein, der sie nach verschieden langer Zeit erlagen. Einige endlich wiesen lange keine Veränderung auf, bis sie nach ein oder zwei Tage lang dauernden Krämpfen doch noch erlagen. Die Zeit welche zwischen der Verpflanzung (einer oder beider Hälften) und dem Tode verstrich schwankte zwischen 24 Stunden und einem halben Jahre. Es gelang nicht die Katzen am Leben zu erhalten obwohl die Drüsen, wie ich gleich hier vorwegnehmen will, einheilten und nicht resorbiert wurden. Ich stehe hier im Widerspruche

mit v. Eiselsberg. Dieser glaubte, dass er nach 3 Monaten auf Einheilung und dauernde Function der transplantirten Drüse rechnen könne und nahm nun die Exstirpation der eingeheilten Hälfte vor. Unsere Erfahrungen zeigten, dass die Katzen trotz eingeheilter Schilddrüse noch nach 3 und 6 Monaten zu Grunde gehen können. Hunde sind weniger zu Prüfung der Function der eingeheilten Drüse zu gebrauchen, da sich bei ihnen Nebenschilddrüsen in der Zungenbeingegend und am Aortenbogen befinden können, welche nach Entfernung der Hauptdrüse deren Funktion übernehmen. Histologisch freilich liefern sie dieselben Befunde wie die Katzen. Das Auffinden der transplantierten Stücke gelang meistens sehr leicht; vorwiegend lagen sie im Netz, dicht von demselben umhüllt; seltener gingen sie Verwachsungen mit der Bauchwandung oder den Organen der Bauchhöhle ein. In jedem Falle hatte eine mehr oder weniger starke Abnahme der Grösse stattgefunden, die entsprechend der Dauer zwischen Operation und Tod der Thiere deutlicher wurde.

Ich komme nunmehr zu den histologischen Veränderungen welche sich in der transplantirten Drüse oder Drüsenhälfte im Laufe der Zeit einstellten.

Die Schilddrüse erleidet infolge der Entnahme aus ihrem Lager eine starke Schädigung. Die letztere findet ihren Ausdruck in einer mehr oder weniger ausgedehnten Degeneration, welche schon nach 24 Stunden deutlich zu erkennen ist. Die letztere ist jedoch nicht in allen Theilen der Drüse gleichmässig ausgesprochen. Der Rand der Thyreoidea weist bei schwacher Vergrösserung wenigstens gut erhaltene Drüsensubstanz auf, während central Necrose besteht. Aber auch in den gut erhaltenen Randpartien lassen sich geschrumpfte Kerne nachweisen, die verwaschen tingirt sind und ein undeutliches Chromatingerüst besitzen. Daneben finden sich freilich auch einzelne Drüsenepithelien vor, welche karyokinetische Figuren aufweisen.

In der ersten Zeit bekämen wir demnach 2 Zonen, einen gut erhaltenen Randsaum und ein nekrotisches Centrum. Die Necrose wird im Laufe der ersten Tage immer deutlicher, mitten

in den blassgefärbten Partien kann man in einzelnen Fällen Colloidtropfen nachweisen. Es ist wohl selbstverständlich, dass ausser dem Drüsenepithel auch das Bindegewebe und die Gefässe degeneriren.

Gegen das Ende der ersten Woche tritt eine Änderung im Bilde ein (natürlich nicht plötzlich!). Die transplantirte Drüse ist mit der Nachbarschaft, Netz, Bauchwandung etc. adhaerent geworden. Von dem neuen Lager zieht Granulationsgewebe in die Drüse hinein, so dass statt der früher erwähnten zwei Zonen nunmehr 3 zu Stande kommen.

1. Aussen Drüsensubstanz, welche Follikel mit mehr oder weniger gut erhaltenem Epithel, Mitosen und Colloid aufweist.
2. Nach Innen zu Granulationsgewebe mit neuen Blutgefässen und vielen Kerntheilungsfiguren
3. central eine nekrotische Zone.

Bei der Erwähnung der Blutgefässe muss ich die Bemerkung machen, dass jedenfalls sehr viele neugebildet sind, dass aber zweifellsohne manchmal die alten Bahnen wieder in den Kreislauf einbezogen werden, indem sie mit den Gefässen der Umgebung in Verbindung treten.

Die nekrotische Zone erfährt durch das vordringende Granulationsgewebe eine zunehmende Einengung; der Saum von Drüsensubstanz, welcher am Rande der transplantirten Thyreoidea erhalten blieb, weist im Laufe der Zeit Veränderungen auf, welche auf progressive Vorgänge hindeuten. Man bemerkt Mitosen in dem Drüsenepithel (manchmal eine grosse Anzahl), dann aber auch solide Epithelzapfen, welche von den alten Follikeln ausgehen. Dieses neugebildete Epithel, welches keine bestimmte Anordnung, etwa zu Follikeln aufweist, kommt zwischen den alten Drüsensaum und das jugendliche Bindegewebe zu liegen, so dass nun 4 Zonen zu Stande kommen.

Die nekrotische Zone schwindet früher oder später, je nach der Grösse des Stückes; bei einem Hunde sah ich sie nach 23 Tagen noch von ziemlich beträchtlicher Ausdehnung.

Das jugendliche Bindegewebe nimmt ebenfalls an Menge ab infolge von Schrumpfung, während von der Randzone her Epithel neugebildet wird. Die neugebildeten Epithelmassen mit den zwischenliegenden Capillaren sind am besten mit den sogenannten Epithelkörperchen zu vergleichen. Reichlich ist das neugebildete Epithel nach 4–5 Wochen vorhanden. Im weiteren kommt es in dem gewucherten Epithel zur Follikelbildung, welche von der Peripherie nach dem Centrum hin fortschreitet. Mitosen kann man in dem Epithel noch nach zwei Monaten constatiren.

Betrachtet man den Schnitt aus einer Drüse, welche längere Zeit in der Abdominalhöhle geweilt hatte, so findet man am Rande grosse colloidhaltende Follikel, (bei Hunden in Form von langen Schläuchen mit hohem Cylinderepithel); nach Innen zu nehmen sie an Grösse ab, schliesslich findet man nur solide kleine Follikel ohne Colloidsubstanz. Der Kern der transplantirten Drüse wird von Bindegewebe gebildet, in welchem noch nach ½ Jahre reichlich Blutpigment nachzuweisen ist. Bemerkenswerth war in einigen Fällen die grosse Weite der Lymphräume, in welchen Colloidmassen lagen.

Die sogenannten Epithelkörperchen zeigen in der ersten Zeit ebenfalls Degenerationserscheinungen, welche in der Mitte der Körperchen am deutlichsten ausgesprochen sind. Es kommt bei ihnen bald zu einer Epithelwuchernng, so dass meist nur ein schmaler central gelegener Bindegewebstreifen mit Pigment daran erinnert, dass hier Veränderungen stattgefunden haben. Ich glaube aus den Untersuchungen folgende Schlüsse ziehen zu dürfen:

1. *In der transplantirten Drüse findet eine ausgedehnte Degeneration statt, welche nur den Rand intact lässt.*

2. *Von den Randpartien geht eine Regeneration aus, es wird reichlich neues Drüsenepithel gebildet.*

3. *Das Epithel ist anfangs regellos, ähnlich wie in den Epithelkörperchen.*

4. *Das Epithel ordnet sich im Laufe der Zeit zu Follikeln an und producirt Colloid.*
5. *Am Rande sind die ältesten, central die jüngsten Follikel.*
6. *An der Gefässversorgung betheiligten sich junge Gefässe, welche von Aussen kommen, zum Theil werden die alten Bahnen wieder wegsam.*
7. *Die transplantirte Drüse heilt ein functionirt aber nicht dauernd, wofür auch die am Menschen gemachten Erfahrungen von Kocher, Bircher und Anderen sprechen.*

Die ausführliche Arbeit erscheint in den Mittheilungen aus den Grenzgebieten der Medicin und Chirurgie Bd. III, Heft 3. Sie ist seit März 1898 abgeschlossen. Ich würde nach dem Berichte in dem medicinischen Verein (August 1897) keine weiteren Daten gegeben haben, wenn nicht vor Kurzem eine vorläufige Mittheilung von Sultan (Centralblatt für allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie Bd. 9, N. 10 1898. Zur Histologie der transplantirten Schilddrüse) erschienen wäre, welche die von mir erhobenen und beschriebenen Befunde vollkommen bestätigt.

In der Sitzung vom 15. Juni sprach weiter Herr F. Kutscher:

Ueber das Antipepton.

Bekanntlich wird von Kühne angenommen, dass das Eiweissmolekül sich aus zwei Gruppen zusammensetzt, der stabilen Anti- und der leicht zersetzlichen Hemigruppe. Beim Abbau des Eiweissmoleküls durch das proteolytische Ferment der Bauchspeicheldrüse, das Trypsin, sollen sich nun als Endprodukte der Antigruppe Antipepton, der Hemigruppe Leucin, Tyrosin, Asparaginsäure, Ammoniak etc. bilden.

Veranlasst durch die übereinstimmenden Lösungs- sowie Fällungsverhältnisse des Antipeptons und des neuerdings [1]) bei

---

1) S. Hedin, Du Bois-Reymonds Archiv, 1891, Physiol. Abt. S. 273.

Trypsinverdauung aufgefundenen Lysins, welche wahrscheinlich machten, dass das Antipepton Lysin beigemengt enthalten musste, untersuchte ich nach Kühne dargestelltes durch Phosphorwolframsäure gereinigtes Antipepton. Aus demselben liessen sich zunächst mit Hilfe der von Kossel[1]) ansgearbeiteten Methode die steten Begleiter des Lysins das Histidin und Arginin gewinnen. Ihre Menge betrug ungefähr die Hälfte des zur Untersuchung verwandten »gereinigten Antipeptons«. Mit der Auflösung der zweiten Hälfte des Antipeptons, die noch das Lysin enthalten muss, bin ich zur Zeit beschäftigt.

Diese Befunde waren insofern von Wichtigkeit, als sie die Angaben Siegfrieds[2]) und Balkes[3]), nach welchen das Antipepton ein chemisches Individuum von der Formel $C_{10}H_{15}N_3O_5$ sein sollte, zweifelhaft machten. Ich untersuchte daher ein nach den Angaben Balkes dargestelltes Antipepton. Dasselbe wurde von mir noch durch Umfällung mit Phosphorwolframsäure gereinigt. Wie zu erwarten war zeigte auch das nach Balke dargestellte gereinigte Antipepton die gleichen Verhältnisse wie das Kühnesche. Histidin und Arginin liessen sich mit Hilfe der Methoden Kossels ohne Schwierigkeit in reichlicher Menge nachweisen. Ausserdem fanden sich im Filtrat der Phosphorwolframfällung Leucin, Tyrosin und eine organische Säure (wahrscheinlich Asparaginsäure) in nicht unbeträchtlicher Menge.

---

1) Kossel, Diese Sitzungsberichte vom 16. März 1898 und Ztschr. f. physiol. Ch., Bd. 25, S. 165.

2) Siegfried, Du Bois-Reymond's Archiv, 1894, Phys. Abth. S. 401.

3) Balke, Zeitschr. für physiol. Chemie, Bd. XXII, S. 250.

In der auf die wissenschaftliche Sitzung vom 18. Mai folgenden Geschäftssitzung erstattete der zeitige Vorsitzende (Herr F. Marchand) Bericht über die Thätigkeit und die Personalveränderungen der Gesellschaft.

Die Gesellschaft verlor durch den Tod ausser ihrem einheimischen ausserordentlichen Mitglied V. Hüter (vgl. Sitzung

vom 8. 12. 97) und ihrem Ehrenmitglied Rudolf Leuckart (vgl. Sitzung vom 14. 2. 98) ihre auswärtigen, ehemaligen ausserordentlichen Mitglieder Geh. Hofrath Dr. Rudolf Schmitt (als Privatdocent der Chemie und Assistent am chemischen Institut in Marburg aufgen. 15. 1. 64, später Professor der Chemie am Königl. Polytechnicum zu Dresden, gestorben zu Radebeul bei Dresden am 18. 2. 98) und Dr. Hermann Kaemmerer (als Privatdocent der Chemie und Assistent am chemischen Institut zu Marburg aufgenommen 24. 8. 66, später Professor und Direktor des chem. Laboratoriums des Gewerbe-Museums zu Nürnberg, gestorben zu München am 10. 4. 98).

Am 15. Juni wurde Exc. Wirkl. Geh. Rat Herr Robert von Bunsen in Heidelberg zum Ehrenmitglied der Gesellschaft erwählt.

Aufgelegte Schriften:

24., 25., 26., 27., 28. Bericht der Philomathie in Neisse. Neisse 1888—97.
Leopoldina Heft XXXIII Nr. 11 u. 12, Heft XXXIV Nr. 1.
Icones florae Germanicae et Helveticae. Auct. J. Reichenbach. Tom. 23, 9/10 Dec.
Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der Rheinlande. Jahrg. 54, 1. Hälfte. Bonn 1897.
Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn. 1897, 1. Hälfte. Bonn 1897.
10. Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaft in Braunschweig. Braunschweig 1897.
4 Abhandlgn. der Gesellsch. Flora in Dresden. Dresden 1896/97.
Sitzungsberichte des ärztlichen Vereins in München. VI, 1896. München 1897.
Sitzungsberichte der Gesellsch. für Morphologie und Physiologie in München. XIII, 1897; Heft 1. München 1897.
Verhandlungen des naturforsch. Vereins in Brünn. XXXV. Bd., 1896. XV. meteorolog. Bericht. Brünn 1897.
Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt 1897, Nr. 11—16.
Fauna 1897. 7. Jahrgang. Luxemburg 1897.
XXXXII. Bericht des Ver. für Naturk. in Kassel. Kassel 1897.
Zeitschrift f. Naturwissenschaften. Bd. 70, Heft 3. Leipzig 1898.
39. Jahrg. der Verhandlungen des botanischen Vereins der Prov. Brandenburg. Berlin 1897.

Verhandl. der Berliner medic. Gesellsch., Bd. XXVIII. Berlin 1898.
W. Brandes, Flora des Provinz Hannover. Hannover 1897.
Katalog der Vogelsammlung des Prov.-Museums in Hannover: »Säugetiere«. Hannover 1897.
Festschrift der naturhist. Gesellsch. in Hannover. Hannover 1897.
Abhandlungen der Senkenberg. naturforschenden Gesellschaft. Bd. 21, Heft 1. Bd. 24, Heft 1. Frankfurt a. M. 1897.
Tromsoe Museum. Aarshefter 18. Aarsberetning 1894. Tromsoe 1896/97.
Johns Hopkins University Circulars vol. XVII, Nr. 132. Baltimore.
Proceedings of the Royal Society of New South Wales. Mai-October 1897.
Report of the U. S. Naval Observatory 1894, 1897. Washington 1895/97.
U. S. Geological Survey. 17th Report, part I & II. Washington 1896.
Journal of the New-York Microscopical Society. Vol. XIII, Nr. 4. New-York 1897.
Bulletin of the New-York public library. Vol. II, Nr. 1. New-York 1898.
American Naturalist. Vol. XXX, Nr. 371, 372.
Museum of comparative Zoology: Report 1896/97.
Bulletin vol. XXXI, Nr. 1, Nr. 5. Cambridge 1897.
Atbi e Rendiconti dell' Accademia Medico-Chirurgico di Perugia. Vol. IX, fasc. 3, 4. Perugia 1897.
Rendiconti dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche ser. 3. Vol. III, fasc. 11, 12. Napoli 1897.
Rendiconti della R. Accad. dei Lincei. Anno 294, 295. Vol. VI, fasc. 10, 11, 12; vol. VII, fasc. 1, 2. Roma 1897.
Annotationes zoologicae iaponenses. Vol. I, part. IV. Tokyo 1897.
Nieuwe Verhandelingen van het betaafsch Genootshap te Rotterdam. 2. R., D. 1, 2. Rotterdam 1897.
Regenwaarnemingen in Nederlandisk India. Jaarg. 18. 1896. Batavia 1897.
Observations at the Magnetical and Meteorological Observatory at Batavia. Vol. XIX. Batavia 1897.
Wind and Weather etc. in the East Indian Archipelago (durch das preussische Kultusministerium). Battavia 1897.
Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. 1897. Nr. 2. Moscou 1897.
Entomologisk Tidskrift. Arg. 18, Heft 1—4. Stockholm 1897—98.
Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and philosophical Society. Vol. 42, part. 1. Manchester 1898.
Reiche Sendung von kleineren und grösseren Abhandlungen von der Universität in Upsala.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 6 **Juli** **1898**

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 13. Juli 1898 sprach Herr F. Müller über

Die Chemie des Mucins und der Mucoide.

Aus dem Mucin werden bekanntlich beim Kochen mit Säuren reducirende Substanzen abgespalten. Vor zwei Jahren konnte ich bereits in dieser Gesellschaft über Untersuchungen berichten,[1]) welche die Natur dieser reducirenden Stoffe aufzuklären suchten. Diese Studien sind unterdessen fortgesetzt worden.

Der damals eingeschlagene Weg war folgender: Das aus Sputum dargestellte Mucin wurde mit 3procentiger Salzsäure einige Stunden lang gekocht. Die neben den reducirenden Substanzen als Abspaltungsproducte auftretenden Albumosen und Peptone wurden zuerst mit essigsaurem Eisen, dann in neutraler Lösung mit Gerbsäure entfernt. Die überschüssige Gerbsäure wurde aus dem Filtrat mit Bleiacetat, dieses mit Schwefelwasserstoff abgeschieden. Bei dreimaliger Wiederholung dieses Gerbsäurefällungs-Verfahrens gelang es schliesslich, die reducirende Substanz ziemlich vollständig von eiweissartigen Stoffen zu befreien. Aber dieses Verfahren, das viele Tage in Anspruch nahm,

1) Cf. diese Berichte 1896, Juli Nr. 6, pag. 53—76.

hatte grosse Nachtheile. Es zeigte sich, dass dabei ein grosser Theil, ja zwei Drittel und mehr der reducirenden Substanz verloren ging. Allein das längere Stehenlassen der sauren Lösung genügte, um den Gehalt an reducirender Substanz erheblich zu vermindern. Da ein Theil des verlorenen Reductionsvermögens durch abermaliges Kochen restituirt werden konnte, so muss man annehmen, dass bei längerem Stehen in eiweiss- oder albumosenhaltiger Lösung eine Art von Condensation des Zuckers vielleicht mit eiweissartigen Stoffen stattgefunden hatte.

Es war ein Fortschritt, als sich herausstellte, dass die mühsame, zeit- und materialraubende Entfernung der Eiweisstoffe gar nicht nöthig war, und dass es bei der nun folgenden Benzoylirung trotzdem gelang, ein reines Product zu erhalten. Es war ursprünglich nicht möglich gewesen, die Benzoylverbindung des Zuckers in reinem krystallinischem Zustand zu erhalten. Der Fehler lag darin, dass zur Reinigung von anhaftenden Aschebestandtheilen, von überschüssigem Benzoylchlorid und beigemengter Benzoesäure wiederholtes Ausfällen der in Alkohol gelösten Substanz durch Eintragen in Wasser verwendet worden war. Wasser spaltet aber nicht geringe Mengen von Benzoesäure ab und es werden dadurch die höher benzoylirten, krystallisationsfähigen Verbindungen in harzartige, weiche, niedriger benzoylirte verwandelt. Als die Reinigung mit Wasser ganz unterblieb, schied sich aus der heiss bereiteten Lösung der Benzoylverbindung bei längerem Stehen ein krystallinischer Bodensatz in ziemlich grosser Menge ab. Diese Krystalle sind nur in heissem Alkohol löslich, krystallisiren beim Erkalten alsbald wieder aus und lassen sich dadurch leicht weiter reinigen. Nach wiederholtem Umkrystallisiren wurde ein weisses seidenartig glänzendes Präparat erhalten, das aus radiär angeordneten bis centimeterlangen Nadeln bestand. Es schmolz, je häufiger es umkrystallisirt wurde desto höher, bei 203 bis 212°. Bei der Elementaranalyse fanden sich Anfangs Zahlen, welche mit den für Tetrabenzoylglucosamin berechneten übereinstimmten, je weiter aber das Präparat gereinigt wurde, desto mehr näherten sie sich den für Pentabenzoylglucosamin berechneten Werthen und zeigten schliesslich mit diesen genügende Übereinstimmung.

	Gefunden:				Berechnet für:	
					Tetrabenzoyl-glucosamin	Pentabenzoyl-glucosamin
	I.	II.	III.	IV.		
C	69,0	69,45	69,52	70,11	68,57	70,38
H		4,88	5,02	5,02	4,87	4,73
N	2,27		2,38		2,35	2,00

Es war also ausser den vier Hydroxylgruppen auch die NH_2-Gruppe benzoylirt worden.

Die Versuche, aus der Benzoylverbindung den Zucker selbst zu gewinnen, stiessen auf die grössten Schwierigkeiten, und es wurden mehrere Monate lang vergeblich alle möglichen Methoden durchprobirt: Verseifung mit Natriumaethylat oder mit gasförmiger Salzsäure, Darstellung der Methyl- oder Aethylglucoside und ähnliches. Nachdem eine Erhitzung mit ganz verdünnter Salzsäure im zugeschmolzenen Rohr bis 110° eine vollständige Zerstörung der Substanz unter Kohlebildung ergeben hatte, gelang es endlich auf folgende einfache, von E. Fischer angegebene Weise zum Ziel zu kommen: Die Benzoylverbindung des Zuckers wurde mit Salzsäure vom spec. Gewicht von 1100 in das Rohr eingeschlossen, im Wasserbad bei 100° 48 Stunden lang erwärmt und dabei häufig kräftig umgeschüttelt. Nach Öffnung des Rohrs wurde die Flüssigkeit durch viermaliges Ausschütteln mit Aether von der abgeschiedenen Benzoesäure befreit. Neue Schwierigkeiten erhoben sich bei den Versuchen aus der stark salzsäurehaltigen Lösung die Salzsäure zu entfernen und den Zucker zu gewinnen. Abdampfen bei 40 bis 50° im Vacuum oder Behandlung mit Bleicarbonat oder frisch gefälltem Silberoxyd brachten immer sehr grossen Verlust an reducirender Substanz mit sich; Alkalien waren ausgeschlossen, weil sich Alkalisalze wegen der Ähnlichkeit ihrer Lösungsverhältnisse später vom Zucker durch Umkrystallisiren nur schwierig und unvollkommen mehr trennen. Besser führte das folgende Verfahren zum Ziel: Die salzsäurehaltige Zuckerlösung wurde in flachen Schalen unter die fast geschlossene Thüre des Abzuges gestellt, dessen Flamme Tag und Nacht einen starken Luftzug erzeugte. Nach einer Reihe von Tagen war die Salzsäure abgedampft und der Zucker blieb krystallinisch zurück. Durch Abwaschen mit conc. Alkohol, Auf-

lösen in Wasser und wiederholtes Umkrystallisiren konnte er gereinigt und in harten, stark glänzenden, bis erbsengrossen Krystallen erhalten werden. Die Elementaranalyse ergab:

	Gefunden:	Berechnet für: salzsaures Glucosamin
C	32,96 %	33,4 %
H	6,53 %	6,82 %
N	6,44 %	6,5 %

Die krystallographische Untersuchung, welche Herr Geheimrath Bauer und Herr Dr. Schwandtke im hiesigen mineralogischen Institut vorzunehmen die Güte hatten, ergab, dass diese Krystalle identisch waren mit denen des salzsauren Glucosamins, das Ledderhose aus Hummerpanzern dargestellt hatte, und auch die Bestimmung des optischen Drehungsvermögens der wässrigen Lösung ergab Zahlen, welche mit den von Ledderhose gefundenen identisch waren; es fand sich nämlich eine Rechtsdrehung von 69,5° für α_D.

Darnach kann wohl kaum ein Zweifel sein, dass die aus Mucin darstellbare reducirende Substanz mit dem Glucosamin identisch ist, und der von mir früher vorgeschlagene Name Mucosamin ist demnach überflüssig.

Nur eine Thatsache scheint damit nicht in Einklang zu stehen: das Osazon, welches sich nach dem Kochen des Mucins mit verdünnter Salzsäure aus der sorgfältig enteiweissten Flüssigkeit gewinnen liess, zeigte trotz gründlicher Reinigung und mehrmaligen Umkrystallisirens einen Schmelzpunkt von 192—196°. Es war leicht in Alkohol und auch etwas in Wasser löslich und eine Auflösung von 0,1 g dieses Osazons in Eisessig ergab keine Linksdrehung.

Aus dem gewöhnlichen Glucosamin (aus Hummerpanzern) lässt sich dagegen, wie Tiemann angegeben hat, dasselbe Glucosazon gewinnen, welches auch aus Dextrose, Laevulose und der Mannose erhalten wird. Dieses Glucosazon dreht links, zeigt eine geringere Löslichkeit in Alkohol und heissem Wasser und hat einen Schmelzpunkt von 204—205°.

Diese Angabe von Tiemann, dass aus Glucosamin gewöhnliches Glucosazon erhalten wird, ist deswegen von grosser Be-

deutung, weil sie die Hauptgrundlage für die Aufstellung der stereochemischen Formel des Glucosamins abgibt. Man hat unter der Annahme, dass das Glucosamin zu den Aldehydzuckern gehört, daraus den Schluss gezogen, dass die Amidogruppe der Aldehydgruppe benachbart stehen müsse und dass der übrige Theil des Glucosaminmoleküls dieselbe stereochemische Anordnug zeige als in der Glucose, der Mannose und Laevulose. Eine weitere Consequenz wäre freilich diejenige gewesen, dass durch die Einwirkung salpetriger Säure auf Glucosamin (wodurch die NH_2-Gruppe durch eine Hydroxyl-Gruppe ersetzt wird) entweder der Mannose oder Dextrose erhalten worden wäre. Das ist aber nicht der Fall; wie E. Fischer und auch Küny gezeigt haben, wird durch salpetrige Säure aus Glucosamin ein Syrup erhalten, der sich von Dextrose und Mannose schon durch den Mangel von Gährungsvermögen und auch noch in anderen Punkten unterscheidet, von dem es aber überhaupt zweifelhaft erscheinen muss, ob er den gewöhnlichen Hexosen zuzurechnen ist, weil er mit Phenylhydrazin kein wohl characterisirtes Osazon liefert.

Da Tiemann, soviel aus seiner Mittheilung zu ersehen ist, die Identität des Osazons aus Glucosamin mit dem Glucosazon nur auf die Schmelzpunktbestimmung stützt, und da der Werth der Schmelzpunktbestimmung für die Unterscheidung der Osazone nicht zu hoch veranschlagt werden darf, so habe ich gewöhnliches Glucosamin aus Hummerpanzern ebenfalls auf Osazon verarbeitet. Es liess sich dabei die schon von Tiemann und von Küny hervorgehobene Thatsache bestätigen, dass die Abscheidung des Osazons auffallend langsam erfolgt. Aus einem Gramm Glucosamin wurden nach 2stündigem Kochen nur 0,076 g Osazon erhalten. Nach fünf- bis siebenstündigem Erwärmen im Wasserbad wurden aus 3 g Glucosamin wenig über 1 g eines prachtvoll krystallisirten strohgelben Osazons gewonnen. Davon lenkten 0,1 g in 12 cc Eisessig gelöst die Ebene des polarisirten Lichtes im 1 dm Rohr um 0,6° nach links ab. Auch sonst zeigte dieses Osazon alle Eigenschaften des zum Vergleich dargestellten Osazons aus Traubenzucker und erwies sich als verschieden von meinem Osazon aus Mucin. Herr Professor Emil Fischer, dem ich mein Präparat übersandte, hatte die grosse Liebenswürdig-

keit, es einer Untersuchung zu unterwerfen; er sprach sich bestimmt dahin aus, dass es vom Glucosazon verschieden sei, und glaubte in ihm Galactosazon zu erkennen.

Wenn wir also nach den zuverlässigen krystallographischen Methoden und nach dem specifischen Drehungsvermögen die Identität unseres Glucosamins aus Mucin mit dem aus Hummerpanzern annehmen dürfen und andererseits sehen, dass die mit Phenylhydrazin daraus dargestellten Derivate verschieden sind, so stehen wir hier vor einem Räthsel, zu dessen Erklärung zwei Möglichheiten herangezogen werden können: Einmal wird man daran denken müssen, dass aus so complicirt zusammengesetzten Flüssigkeiten, wie sie die mit HCl gekochten Mucinlösungen trotz der thunlichsten Entfernung der eiweissartigen Körper darstellen dürften, weniger reine und nur schwer zu reinigende Phenylhydrazinverbindungen erhalten werden als bei Anwendung eines reinen Ausgangspräparates. Zweitens aber liegt die Möglichkeit nahe, dass unter den Zersetzungsproducten des Mucins ausser dem Glucosamin noch ein anderer kohlehydratartiger Körper vorhanden ist, der ein niedriger schmelzendes und nicht drehungsfähiges Osazon liefert. Der Umstand, dass Schmiedeberg im Knorpel neben dem Glucosamin die Anwesenheit von Glucuronsäure wahrscheinlich gemacht hat, wies darauf hin, auch im Mucin nach Glucuronsäure zu fahnden. Zwar lässt sich nach dem Kochen des Mucins mit Salzsäure in dem Filtrat durch Zusatz überschüssigen Baryts eine geringe Menge eines Niederschlages erzielen, aber dieser färbt sich beim Kochen nicht citronengelb und liefert nach Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure eine weder optisch active noch reducirende Lösung. Dieser negative Ausfall der Prüfung auf Glucuronsäure ist aber deswegen von geringer Bedeutung, da Thierfelder gezeigt hat, dass Glucuronsäure durch Kochen mit Salzsäure unter Bildung einer mit der Tetrinsäure isomeren Säure zerlegt wird. Wichtiger ist der Umstand, dass beim Kochen von Mucin mit starker Salzsäure im Destillat kein oder jedenfalls keine irgendwie nennenswerten Mengen von Furfurol nachzuweisen sind. Glucuronsäure gibt dagegen, wie man sich leicht überzeugen kann, starke Furfurolreaction mit Salzsäure und Phloroglucin.

Zur Klärung dieser Fragen wird es vor allem nothwendig sein, **reines** Glucosamin aus Mucin auf Osazon zu verarbeiten. Da hierzu, wie oben erwähnt, ziemlich grosse Mengen des Ausgangsmaterials nöthig sind, so hat dieser Versuch bis jetzt noch nicht ausgeführt werden können.

Sowohl Ledderhose als Hoppe-Seyler und Winterstein haben bei der Zerlegung des Chitins und der Pilzcellulose neben Glucosamin auch constant erhebliche Mengen von Essigsäure auftreten sehen. Es lag nahe, auch unter den Zersetzungsproducten des Mucins darnach zu suchen. Es wurde deshalb beim Kochen des Mucins mit Salzsäure ein Kühler vorgelegt, das Destillat aufgefangen und qualitativ und quantitativ untersucht. Neben einer bereits im Kühlrohr sich flockig abscheidenden Substanz, die aus Aether in schönen gelben Nadeln umkrystallisirt werden konnte und sich als schwefelhaltig erwies, und neben einer gewissen Menge von Ameisensäure, die wohl aus der nebenher stattfindenden Laevulinsäureabspaltung herrührte, fanden sich im Destillat sehr erhebliche Mengen Essigsäure, und zwar $^1/_2$ bis 1 Molekül Essigsäure auf 1 Molekül reducirender Substanz. Die Essigsäure wurde als Silbersalz dargestellt, gewogen und analysirt. Da also neben dem Glucosamin constant Essigsäure als Spaltungsproduct aufzutreten scheint, so konnte man daran denken, ob nicht in der ursprünglich **nicht** reducirenden Muttersubstanz eine Acetylverbindung des Glucosamins vorlag. Ich habe deshalb durch Einwirkung von Essigsäureanhydrid auf Hummerpanzer-Glucosamin unter Zufügung von einer kleinen Menge von geschmolzenem Natriumacetat Tetra- und Pentaacetylglycosamin dargestellt, das in der Form von prachtvoll krystallisirenden weissen Nadeln erhalten wurde. Aber es zeigte sich, dass dies Acetylglucosamin ganz andere Eigenschaften und Lösungsverhältnisse darbot als die Muttersubstanz des Glucosamins im Mucin, nämlich das sogenannte thierische Gummi von Landwehr.

Das thierische Gummi, dieses nicht reducirende Zwischenproduct zwischen dem Mucin und den reducirenden Substanzen, ist unterdessen von dem früheren Assistenten der Poliklinik, Herrn Dr. Weydemann, weiter studirt worden. Er hat eine

Methode gefunden, um sehr viel grössere Ausbeuten dieser Substanz zu erhalten, als dies nach der Landwehr'schen Methode möglich war. Das thierische Gummi wird dabei als ein schneeweisses amorphes Pulver erhalten, das beim Kochen mit Säuren 60—80 % reducirender Substanz (als Glucosamin berechnet) liefert. Es zeigt die Eigenschaften einer Säure und hat einen (von Landwehr offenbar übersehenen) Stickstoffgehalt von 8—10 %. Die Hoffnung, auf diesem Wege einen gut definirten Körper von constanter Zusammensetzung zu erhalten, hat sich leider nicht erfüllt. Auch gab das Präparat stets noch in geringem Grade die Biuretreaction.

Nachdem die Methoden zur Darstellung der reducirenden Substanzen aus dem Mucin so sehr viel einfacher und ergiebiger geworden waren, lag es nahe, sie auch auf andere Glycoproteide anzuwenden.

Schon im Jahre 1890 hatte ich die Beobachtung gemacht, dass Eiereiweiss, auch wenn man es sorgfältig vom anhaftenden Traubenzucker reinigt, nach Kochen mit verdünnter Salzsäure eine reducirende Substanz liefert. Da ich damals diesen Zucker nicht näher zu characterisiren vermochte, so unterliess ich eine Publication. Einige Jahre darauf beschrieb Mörner unter dem Namen Ovomucoid eine schleimähnliche Substanz, die sich aus dem Filtrat des durch Erhitzen coagulirten Eiereiweisses gewinnen liess, und die mit Säuren gekocht eine reducirende Substanz unbekannter Art lieferte. Pavy, dem diese Arbeit Mörners unbekannt geblieben zu sein scheint, konnte aus den reducirenden Spaltungsproducten des Eiereiweisses ein krystallisirendes Osazon gewinnen.

Herr Seemann, den ich veranlasste diese reducirenden Substanzen aus dem Eiereiweiss nach den oben beschriebenen Methoden zu untersuchen, konnte nachweisen, dass im Ovomucoid die durch Säuren abspaltbare reducirende Substanz (mit Fehling-scher Lösung titrirt und als Glucosamin berechnet) 29 bis 34 % der Trockensubstanz ausmacht, also ebensoviel als im Mucin des Sputums. Aus dem gereinigten und von Ovomucoid möglichst befreiten Eieralbumin liessen sich 9 % der Trockensubstanz Zucker abspalten. Die reducirenden Substanzen beider Körper

wurden getrennt verarbeitet, es stellte sich jedoch heraus, dass sie identisch waren, und zwar konnte aus beiden ein schön krystallisirendes Pentabenzoylglucosamin vom Schmelzpunkt 212° und schliesslich das krystallinische Chlorhydrat des Glucosamins dargestellt werden, das, wie die krystallographische Untersuchung durch Herrn Dr. Schwandtke zeigte, mit dem aus Hummerpanzern und aus Mucin dargestellten Glucosamin identisch war.

Da auch aus dem Submaxillarismucin des Rindes dasselbe Glucosamin erhalten wurde, so haben wir also in ihm einen im Thierreich weit verbreiteten Paarling der Eiweisskörper zu erkennen, dessen weiteres Studium nun wesentlich vereinfacht ist und wohl der Mühe lohnen dürfte.

Zum Schluss möchte ich kurz über Untersuchungen berichten, welche Herr Dr. Lüthje angestellt hat.

Da es so leicht gelang, eine schön krystallisirende Acetylverbindung des Glucosamins darzustellen, so veranlasste ich Herrn Dr. Lüthje, auch die Acetylverbindungen anderer Zucker zu studiren, in der Hoffnung, dadurch ein Verfahren zu gewinnen, um schwer darstellbare oder schwer unterscheidbare Zuckerarten aus Harn und Gewebsflüssigkeiten zu isoliren und zu characterisiren.

Es gelang Herrn Dr. Lüthje, krystallinische Acetylderivate der Dextrose, Maltose, Lactose, Galactose nicht nur bei Anwendung reiner Substanz, sondern auch aus dem zur Trockne abgedampften Harn darzustellen. Die Krystallform und der Schmelzpunkt sind allerdings nicht so charakteristisch, dass dadurch ohne weiteres eine Unterscheidung dieser Zuckerarten mit Sicherheit getroffen werden könnte.

Auch das Arabinoseacetat konnte in krystallinischen Wärzchen erhalten werden. Leider hat sich aber bis jetzt unsere Erwartung nicht erfüllt, dadurch ein Verfahren zu gewinnen, um die Pentosen aus dem Harn bei der sogenannten Pentosurie zu isoliren.

Die Angabe, dass sich in manchen pathologischen Harnen (z. B. von Morphinisten) sowie unter den Zersetzungsproducten der Nucleoalbumine Pentosen finden, ist bis jetzt nur auf den positiven Ausfall der Furfurolreaction und den niedrigen Schmelzpunkt sowie die Elementaranalyse der Osazone begründet. Nun

kommt aber der Furfurolnachweis durchaus nicht allein den Pentosen zu, sondern auch, was weniger bekannt zu sein scheint, der Glucuronsäure. Auf den Schmelzpunkt und selbst die Elementaranalyse der Osazone wird man aber dann nur geringen Wert legen dürfen, wenn es sich wie hier um so kleine Osazonmengen handelt, dass eine gründliche Reinigung durch häufiges Umkrystallisiren nicht möglich war. Die oben erwähnten Erfahrungen am Mucin, Ovomucoid und Eieralbumin zeigen, wie vorsichtig man mit der Verwerthung des Schmelzpunktes und anderer Eigenschaften der Osazone sein muss, solange man von Gemischen und nicht von reinen Substanzen ausgeht. Der Nachweis der Pentosen im Harn und den Nucleoalbuminen kann solange noch nicht als sicher erbracht angesehen werden, als nicht einwandsfreiere Beweise dafür vorliegen. Es scheint aber, als ob zu diesem Zweck die Darstellung der Benzoyl- oder Benzolsulfoverbindungen geeigneter sei als die der Acetylverbindungen, schon aus dem Grunde, weil dabei das Eindampfen des Harns zur Trockne nicht nöthig ist. Das Benzolsulfochlorid, auf welches ich durch Herrn Prof. Kossel aufmerksam gemacht wurde, scheint zur Isolirung verschiedener Zucker aus wässrigen Lösungen dem Benzoylchlorid mindestens ebenbürtig zu sein.

In derselben Sitzung (13. Juli 1898) sprach Herr Toenniges über:

Die feineren Bauverhältnisse von Opalina ranarum.

Mit dem Studium der Encystirung und Conjugation von Opalina ran. beschäftigt, war ich gezwungen, den Bau und die Kernverhältnisse dieser Form einer näheren Prüfung zu unterziehen. Die in den nachfolgenden Zeilen kurz mitgetheilten Beobachtungen sind daher das Ergebniss einer mehr gelegent-

lichen Beschäftigung mit dem Gegenstande. Das Material erwies sich, da es ausserdem in grosser Menge zu Gebote stand, zur Untersuchung der Plasmastruktur, der Kerntheilungen und der Fortpflanzung nicht ungeeignet, so dass ich Opalina ran. meine Aufmerksamkeit speciell zuwandte. Nach meiner Auffassung liegt ein gewisser Werth der vorliegenden Untersuchung in der Art und Weise der Verarbeitung, da ich möglichst bestrebt gewesen bin, die Veränderungen und Umwandlungen, welche ein Organismus im Lauf der Zeit erfahren kann, in Rechnung zu ziehen. Es haben sich bei diesem Studium einige sehr wenig oder überhaupt nicht bekannte Thatsachen ergeben, welche ich der Oeffentlichkeit nicht vorenthalten möchte. Einige Punkte konnten von mir nur in ungenügender Weise aufgeklärt werden, was einerseits an der Schwierigkeit in der Behandlung des Objects selbst lag, andererseits standen sie zur Frage der Encystirung u. s. w. in zu geringer und unwesentlicher Beziehung, als dass ich ihnen grössere Mühe und Sorgfalt hätte zuwenden sollen.

Im Wesentlichen verdanke ich die Erweiterung der Kenntnisse über den feineren Bau von Opalina ran. der Verwendung grösserer Materialsmengen zum vergleichenden Studium, geeigneter Conservirungs- und Färbungsmethoden und der Verwendung des Mikrotoms zur Anfertigung möglichst dünner Schnitte. So wenig die Schnittmethode auch im Allgemeinen für Protozoen infolge der Kleinheit und Durchsichtigkeit der Objecte nöthig ist, so hat sie mir trotzdem bei Opalina ran. erhebliche Vortheile für das Studium der feineren Bauverhältnisse verschafft.

Protoplasmastruktur.

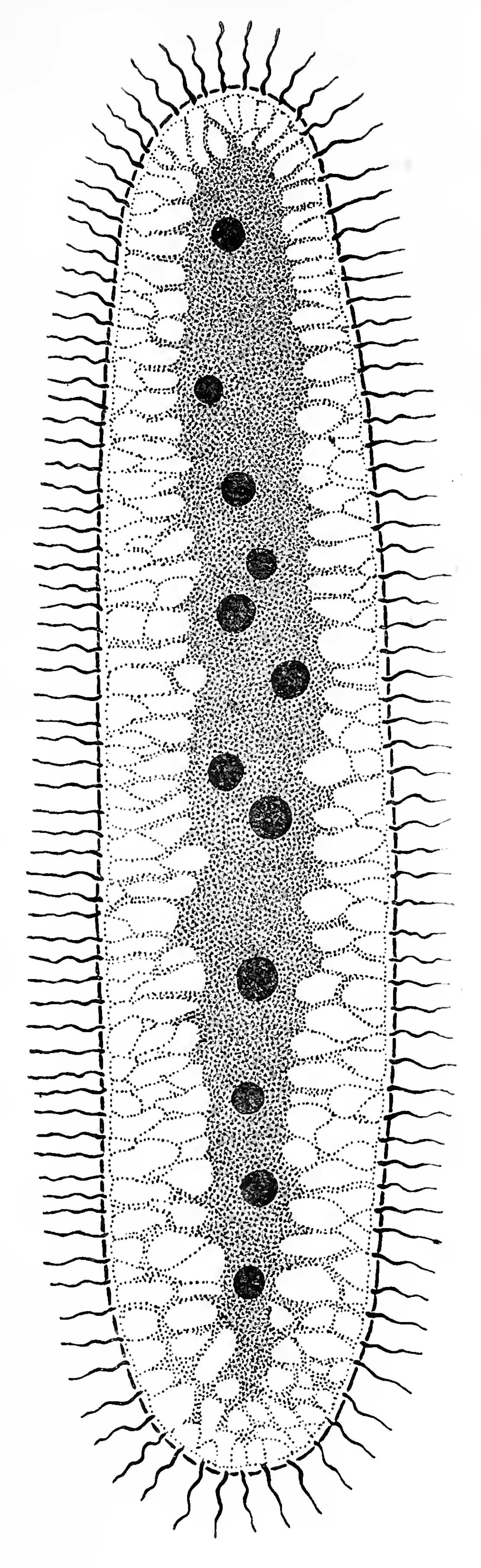
Die Beobachtungen über die feinere Struktur des Plasmas sind unter Heranziehung anderer Infusorien (Bursaria, Nycthoterus, Balantidium, Stylonychia, Stentor, Paramaecium, Nassula etc.) zum Studium derselben ergänzt und erweitert worden. Ich werde demnächst in meiner ausführlichen Arbeit bei einer Anzahl von Infusorien den Nachweis einer wabigen Struktur des Plasmas führen, da ich mich von dem Vorhandensein einer solchen sicher überzeugt habe.

Das Protoplasma sämmtlicher untersuchter Infusorien besitzt einen typischen Wabenbau im Sinne Bütschli's. Diese Struktur kommt in der ausgesprochensten Weise im Ectoplasma zur Geltung. Ein regelmässiges Maschenwerk von feinkörnigem Protoplasma, welches an den Berührungspunkten der einzelnen Maschen knotig verdickt oder doch verstärkt ist, wechselt mit mehr oder weniger stark ausgebildeten Vacuolen, welche die Interfilarsubstanz der Autoren bilden, ab. Werden die Knotenpunkte des Maschenwerkes durch Einlagerung von Substanz verstärkt, so wird der typische Wabenbau verwischt, und es tritt allmählich eine mehr gleichmässige Beschaffenheit des Protoplasmas auf. Es verdichtet sich, wodurch der wabige Bau undeutlich wird. Daher kann die typische Wabenstruktur sehr wechseln, ohne dass wir darum genöthigt sein müssten, einen grundverschiedenen Bau des Plasmas anzunehmen. Wie die Zelle selbst durch Anpassung an ihre Funktion die verschiedensten Formen anzunehmen vermag, so kann auch der feinere Bau derselben mannigfache Veränderungen erleiden. Es mag hierin vielleicht die Ursache zu suchen sein, dass so grosse Meinungsverschiedenheiten über die Struktur des Protoplasmas verbreitet sind.

Wimpern.

Gleichmässig lange und starke Wimpern bedecken in Längsreihen angeordnet die Oberfläche von Opalina ran. Am vorderen Körperpol stehen die Wimpern, da die Rippenstreifen schmäler werden, bedeutend dichter. Die Stellung der Cilien in Längsreihen und ihre wechselnde Zahl ist durch die längsverlaufende Körperstreifung auf's Engste bestimmt. Die schon bei mittlerer Vergrösserung deutlich sichtbare Längsstreifung der Opalinen wird allein durch die Anordnung der Cilien hervorgerufen, da die kleinen, sich dunkler färbenden Punkte der Längsreihen, aus denen sich dieselben zusammensetzen, die Basen der Wimpern darstellen. Es wird nicht ganz zutreffend sein, zu behaupten, dass die Rippenstreifen nach dem vorderen Körperpol zu schmäler würden, denn betrachten wir die breiteren Streifen des Hinterendes etwas genauer und verfolgen den weiteren Verlauf derselben, so machen wir die Beobachtung, dass die

Streifen an Breite auch am vorderen Körperpol sich gleich bleiben, nur tritt ungefähr in der Mitte des Thieres eine Spaltung der Streifen ein, so dass am vorderen Körperpol ungefähr die doppelte Anzahl derselben vorhanden ist als wie am hinteren. Interessant sind die Beobachtungen über die Befestigung der Wimpern, durch die ich zu einer Ansicht gelangt bin, welche von der herrschenden Anschauungsweise wesentlich verschieden ist. Während bislang die Ansicht vertreten wurde, dass die Wimpern der Pellicula aufsässen, d. h. direkte Fortsätze derselben seien, durchsetzen sie nach meinen Beobachtungen, welche nicht nur an Opalina ran., sondern ausserdem noch an einer ganzen Reihe anderer Infusorien gemacht wurden, die äussere Körperschicht und dringen für eine kurze aber deutliche Strecke in die unter der Cuticula liegende Alveolarschicht ein (siehe Textfigur).



Sie stehen mit dem Wabenwerk des Ecto- und Endoplasmas vermittelst feiner protoplasmatischer Fäden im innigsten Zusammenhang. Dicht unter der Pellicula verlaufen ausserdem noch sich kreuzende Fibrillen, auf deren Knotenpunkten die

Wimpern stehen und deren Contraktionen vermuthlich die Bewegung der Wimpern verursachen. Obgleich nicht sicher festzustellen war, dass die Geisseln in ihrer ganzen Länge gleichmässig dick sind, so ist es doch sehr wahrscheinlich, dass sie nur gegen das Ende zu ein wenig zugespitzt sind. Das Geissel- resp. Wimperplasma besitzt nicht, wie man es nach der Ansicht vieler Autoren anzunehmen scheint, eine homogene Struktur sondern besteht aus abwechselnd helleren und dunkleren Abschnitten, welche eine regelmässige Aufeinanderfolge erkennen lassen.

Was die Tingirbarkeit der Wimpern anbetrifft, so habe ich mit den gebräuchlichen Farbmitteln wie Haematoxylin, Boraxcarmin etc. nur eine schwache Färbung derselben erzielt, während sie sich mit Anilinfarben und mit Eisenalaun-Haematoxylin (Heidenhain) sehr stark färbten.

Einschlüsse des Plasmas.

Neben den zahlreichen Kernen kommen regelmässig im Entoplasma Gebilde in grösserer Menge vor, deren Natur vollständig unbekannt ist. Sie sind bereits bei Betrachtung des lebenden Thieres zu sehen, wo sie durch ihre grünliche Färbung bemerkbar werden. Sie sind viel kleiner wie die Kerne und sind in bedeutend grösserer Zahl als diese vorhanden. Ihre Gestalt scheint zumeist kreisrund zu sein, obgleich Abweichungen und Formveränderungen bereits im lebenden Thier festgestellt werden können. Sie erschienen den Beobachtern als helle, stark glänzende Plättchen, deren Inhalt als homogen betrachtet wurde.

Die Körner haben zumeist eine scheibenförmige Gestalt, welche jedoch stark wechseln kann, so dass wir die verschiedensten Formen unter ihnen antreffen. Sie können in die Länge gestreckt sein; sie können unregelmässige Formen zeigen und endlich Figuren, wie sie durch Theilungen hervorgerufen werden. Ausserdem unterscheiden sie sich sowohl in ihrer Grösse wie auch in der Menge ihres Auftretens von einander. Die Grössenverhältnisse speciell sind bedeutenden Schwankungen unterworfen, so dass wir bisweilen sehr kleine Körnchen, dann wieder solche

finden, die sich durch besondere Grösse auszeichnen. Sie kommen hauptsächlich, bei den meisten Individuen ausschliesslich, im Endoplasma vor, jedoch ist damit nicht ausgeschlossen, dass sie nicht hin und wieder in vereinzelter Form auch im Ectoplasma angetroffen werden können, wie ich es häufiger zu beobachten Gelegenheit hatte. Gewöhnlich pflegen die scheibenförmigen Körnchen in einer bestimmten Richtung, also keineswegs unregelmässig zu liegen, so dass wir bei einer bestimmten Schnittrichtung durch den Körper der Opalina entweder Flächen- oder Seitenbilder erhalten. Betrachtet man Opalina von der Fläche, so liegen auch die Scheiben flächenhaft ausgebreitet. Sie stehen in inniger Verbindung mit den Strängen des protoplasmatischen Netzwerkes und erleiden bei Zug- und Druckwirkungen derselben passive Verschiebungen. Nach Färbung mit Anilinfarbstoffen, welche von ihnen stark aufgenommen werden, weisen sie nur geringe Differenzirungen auf, so dass sie von früheren Beobachtern für homogen gehalten werden konnten. Wie wenig dieses zutrifft, bemerkt man auf Schnitten, welche nach der Eisenhaematoxylinmethode von Heidenhain behandelt worden sind.

Sie lassen in jedem Körnchen eine feinwabige Struktur erkennen, die jedoch infolge der Kleinheit des Objects nur wenige Waben umfasst. Die Membran färbt sich intensiv und ist am Rande der Scheibe stark verdickt, wie aus der Betrachtung eines seitlichen Schnittes deutlich hervorgeht. Dieser verdickte Ring ist auf beiden Seiten von einer dünnen Membran bedeckt. Was die Vertheilung der Körnchen im Plasma betrifft, so erwähnte ich schon ihr durchschnittliches, nahezu ausschliessliches Vorkommen im Endoplasma. Fernerhin liegen sie im vorderen Körperpol der Opalina ran. und an ihrer Peripherie in grosser Menge, um nach der Mitte und nach hinten zu an Zahl abzunehmen.

Von Bedeutung für die Auffassung der Natur der Körnchen muss ihre Fähigkeit angesehen werden, sich theilen zu können. Die Theilung ist eine direkte, indem das betreffende Körnchen eine länglichovale Gestalt annimmt, welche allmählich in eine Hantelfigur übergeht und schliesslich zwei Theilprodukte, die noch längere Zeit vermittelst eines feinen Verbindungsfaden im Zu-

sammenhang bleiben, entstehen lässt. Diese Theilungen, welche sehr gut zu beobachten waren, sind sehr häufig und es ist hervorzuheben, dass sie bei ihrem Eintreten, die grösste Menge der Körnchen einer Opalina in Mitleidenschaft ziehen. Vor der Theilung tritt eine Verkleinerung des Körnchens auf, indem die Vacuolen in dem Innern verschwinden, die ganze Masse sich verdichtet, was durch die stärkere Färbbarkeit sichtbar wird und schliesslich in Theilung übergeht.

Die mikrochemischen Reaktionen waren wegen der Kleinheit des Objects nicht leicht ausführbar. Die Körnchen lösten sich weder in Alkohol, Aether, concentrirter Essigsäure noch in schwachen Mineralsäuren, verschwanden jedoch nach einiger Zeit bei Behandlung mit concentrirten Mineralsäuren, verdünntem Kali und Salzsäure. Osmiumsäure bringt eine starke Bräunung der Körnchen hervor. Ausserdem färben sie sich mit Anilinfarben sehr intensiv, stärker wie das Plasma und verhalten sich nach dieser Hinsicht ähnlich wie Kernsubstanz.

Die Bedeutung der Körner ist vorläufig vollständig unklar. Dass sie keine Excretkörner sein können, beweisen nicht nur die mikrochemischen Reaktionen, sondern auch in erster Linie ihre Theilungen, welche diese Annahme vollständig ausschliessen. Ob sie als parasitäre Organismen oder vielleicht als der in kleine Theilstückchen aufgelöste Makronucleus zu betrachten sind, müssen kommende Untersuchungen lehren.

Die Theilungen wurden zumeist auf Schnitten von grosser Dünne (2 μ.) untersucht und anfangs war ich, als mir zum ersten Male die Stadien zu Gesicht kamen, geneigt, sie für Resultate einer bestimmten Schnittrichtung anzusehen. Eingehendere Untersuchungen lehrten jedoch, dass auf denjenigen Schnitten, welche durch grössere Dicke die Körnchen ganz von Plasma umschlossen zeigten, ohne dass dieselben angeschnitten waren, die schönsten Theilungsstadien sichtbar waren. Ausserdem war mir das oben bereits erwähnte gleichzeitige Auftreten vieler Theilungen in einer Opalina eine weitere Stütze meiner Beobachtung.

Bei manchen Theilungsstadien hatte ich Gelegenheit, ein Gebilde zu beobachten, welches ausserordentlich einem Zwischenkörper ähnlich sah. Es war jedoch nicht konstant vorhanden.

Mitunter sind die Körnchen in so grossen Mengen vorhanden, dass man durch ihre dichte Lagerung die Struktur des Protoplasmas überhaupt nicht, die Kerne nur undeutlich erkennen kann. Obgleich es mir, wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich, nicht möglich war, die Natur der Körnchen festzustellen, so möchte ich doch den negativen Befund, dass sie sicher keine Excretkörner sind, hervorheben.

Meine Beobachtungen über die Kern- und Zelltheilung von Opalina erwähne ich hier nur in den Hauptergebnissen und werde sie später ausführlicher mittheilen.

Zusammenfassung.

1. *Pellicula, Ecto- und Endoplasma, Kerne und die protoplasmatischen Einschlüsse des Endoplasmas, die sog. „Excretkörner" weisen sämmtlich eine typisch wabige Struktur auf.*

2. *Die Wimpern durchbohren die Pellicula uud stehen in innigem Zusammenhang mit dem protoplasmatischen Netzwerk des Ecto- und Endoplasmas. Dieser Wimperdurchtritt wurde an einer ganzen Anzahl von Infusorien mit Sicherheit festgestellt. Sämmtliche Wimpern sind durch ein System feinster protoplasmatischer Fäden, welche dicht unter der Pellicula verlaufen, zu einem Netzwerk verbunden. Auf den Knotenpunkten dieses Netzwerkes entspringen die Wimpern.*

3. *Die sog. „Excretkörner" im Endoplasma von Opalina ran. vermehren sich durch direkte Theilung und die mikrochemischen Reaktionen ergeben, dass sie keine Excretkörner sind.*

4. *Zell- und Kerntheilung von Oplina ran. stehen in keinem nachweisbaren Zusammenhang.*

Es wurde neben Quertheilung vielfach typische Längstheilung beobachtet. Weiterhin sind alle Uebergänge von einer typischen Theilung bis zur Knospung nachweisbar. Conjugationen fanden, trotzdem die Opalinen daraufhin mehrere Jahre beobachtct wurden, niemals bei den vielkernigen Individuen im Rectum von Rana temporaria statt. Sie wurden bei soeben aus der Cyste ausgeschlüpften einkernigen Opalinen im Enddarm der Kaulquappe angetroffen.

5. *Die Kerntheilung muss als Karyokinese angesehen werden, da sowohl Chromosomen und Spindelbildung als auch Polplatten auftreten. Centrosomen resp. Polkörperchen wurden niemals aufgefunden. Neben der indirekten kommt bisweilen auch direkte Kerntheilung vor.*

Am 13. Juli 1898 berichtete ferner Herr Schenck:

Ueber die innere Reibung der krystallinischen Flüssigkeiten.

Die krystallinischen Flüssigkeiten werden allgemein aufgefasst als Krystalle mit kleiner, innerer Reibung. Messungen dieser Grösse sind bisher noch nicht ausgeführt, obgleich die Kenntniss derselben wichtige Aufschlüsse über die Natur dieser höchst merkwürdigen flüssigen Modificationen erhoffen lässt.

Der Vortragende hat diese Lücke ausgefüllt und die Beträge der inneren Reibung am *p*-Azoxyanisol und beim Cholesterylbenzoat gemessen. Die Bestimmungen geschahen in bekannter Weise mit der von Ostwald vorgeschlagenen Form der Reibungsröhren. Die genannten Körper wurden bei verschiedenen Temperaturen untersucht und zwar in beiden flüssigen Modificationen, in der anisotropen und in der isotropen, so dass direkte Vergleiche der beiden Flüssigkeitsarten möglich sind. Die Ergebnisse sind die folgenden: es bedeutet t die Temperatur der Messung, η die relative innere Reibung bezogen auf die Zähigkeit des Wassers bei 0°, welche gleich 100 gesetzt wird.

p-Azoxyanisol.

t	η	
118,5	141,4	anisotrope Flüssigkeit
121,5	138,3	
131,1	131,7	
136,5	172,0	isotrope Flüssigkeit.
151,8	133,6	

Cholesterylbenzoat.

t	η	
153,3	892,8	anisotrop
169,2	620,7	
180,5	420,7	isotrop.
216,0	218,7	

Beim *p*-Azoxyanisol sehen wir, dass die flüssigen Krystalle bedeutend weniger zähe sind, als die isotrope Modification, ein Verhalten, welches gänzlich unerwartet war.

Endlich spricht am 13. Juli 1898 Herr E. Korschelt über:

Regenerations- und Verwachsungsversuche an Regenwürmern.

Zur Vervollständigung der wenigen, in ihren Ergebnissen bereits früher an dieser Stelle mitgetheilten Regenerationsversuche an verschiedenen Lumbricidenspecies wurde seither eine grössere Zahl von Versuchen unternommen, durch welche jene Ergebnisse bestätigt und erweitert werden konnten. Es zeigten sich thatsächlich Theilstücke aus jeder Körpergegend bis zu einem gewissen Grade regenerationsfähig und von einigen dieser Stücke wurde die volle Segmentzahl des Wurmes wieder ergänzt. Solche wie auch Theilstücke aus den verschiedenen Körpergegenden werden im lebenden und conservirten Zustand vorgelegt, desgleichen werden Schnitte durch jüngere regenerirte Stücke demonstrirt, um den Bau der Regenerate im Gegensatz zum Theilstück zu erläutern.

Die Verwachsungsversuche wurden ebenfalls fortgesetzt und es kann eine grosse Zahl von auto-, homo- und heteroplastischen Vereinigungen in normaler Stellung, Drehung um 180°, in gleich und entgegengesetzt gerichtetem Sinne (vereinigte Kopf- oder Schwanzenden), seitliche Einpflanzung von Kopf- oder Schwanzstücken, Parallelvereinigungen u. s. w. vorgelegt werden. Besonderer Werth wurde wegen der im ausgedehnten Masse angestellten Reizleitungsversuche auf die Vereinigung gleichnamiger Pole und auf die Einschiebung eines Mittelstücks zwischen zwei Hinterstücke gelegt. Desgleichen wurde eine grosse Zahl von Versuchen über die Vereinigung von Theilstücken verschiedener Arten angestellt. Obwohl dieselben bedeutend schwieriger auszuführen und am Leben zu erhalten sind, gelang doch eine Reihe von Versuchen und einige derselben wurden ebenfalls bei dieser Gelegenheit demonstrirt.

Die Zusammenfügung und Verwachsung der verschiedenen Organe wurde durch einige Schnittserien erläutert. Genaueres über die Regenerations- und Transplantationsversuche soll an anderer Stelle mitgetheilt werden.

Aufgelegte Schriften:

29. Jahrgang des naturwissenschaftlichen Vereins in Greifswald. Berlin 1898.

Leopoldina, Heft XXXIV, Nr. 2—6.

Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. 70, Heft 4—6. Leipzig 1898.

Hedwigia, Bd. 36. Inhaltsverzeichniss. Dresden 1897.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt 1897, Nr. 17 u. 18. — 1898, Nr. 1—8.

XXII. Jahresbericht der Gewerbeschule in Bistritz. Bistritz 1897.

Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. Bd. 40. Riga 1898.

Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft. 1895/96. St. Gallen 1897.

Rendiconti dell' Accademia della Scienze fisiche e matematiche. Ser. 3, Vol. IV, fasc. 1—5. Napoli 1898.

Rendiconti della R. Accademia dei Lincei. Vol. VII, fasc. 3—12, Vol. VIII, fasc. 1. Roma 1898.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno 295. — Rendiconti dell' Adnanza solenne. 12/6 1897. Roma 1898.

Journal of the New York Microscopical Society. Vol. XIV. Nr. 1. New York 1897.

Proceedings of the Royal Society of New South Wales. November, December 1897.

16th Annual Report of the Bureau of American Ethnology. 1894/95.

8th Report of the Missouri Botanical Garden. St. Louis 1897.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 1897, Part. II u. III. Philadelphia 1897.

Proceedings of the American philosophical Socie y. Vol. XXXV, Nr. 153, 155. Vol. XXXVI, Nr. 156. Philadelphia 1897/98.

Proceedings of the Boston Society of natural History. Vol. 28, Nr. 1—5. Boston 1897.

The American Naturalist. Vol. XXXII, Nr. 373—377. Boston 1898.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 7 August 1898

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 5. August 1898 sprach Herr Karl Schaum:

Über Energieumwandlung im galvanischen Element.

Bald nach der Aufstellung des Prinzips von der Erhaltung der Energie hat man die Frage aufgeworfen: Woher stammt die elektrische Energie, welche uns ein galvanisches Element liefert? Im Anfang der fünfziger Jahre haben W. Thomson und Helmholtz die Frage dahin beantwortet, dass die chemische Energie der im Element bei Stromschluss sich abspielenden Vorgänge, gemessen durch die Wärmetönung, quantitativ in elektrische Energie übergehe. Da die elektrische Energie ausgedrückt wird durch das Produkt aus ihrem Kapazitätsfaktor ε, der Elektrizitätsmenge, und dem Intensitätsfaktor π, der elektromotorischen Kraft, so wäre die energetische Gleichung für das galvanische Element, wenn Q die Wärmetönung des chemischen Vorgangs bezeichnet:

$$\varepsilon \pi = Q. \qquad (1)$$

Da die Messungen, welche am Daniellelement vorgenommen wurden, diese Gleichung rechtfertigten, zweifelte man nicht an ihrer Richtigkeit, bis vor etwa 16 Jahren experimentelle und theoretische Untersuchungen von Gibbs, Braun und Helmholtz ihre Unhaltbarkeit bewiesen und die Gleichung

$$\varepsilon \pi = Q + \varepsilon T \frac{d \pi}{d T} \qquad (2)$$

für das galvanische Element aufstellten. Diese Formel ergiebt sich aus der Anwendung des Helmholtzschen Satzes über die „freie Energie", welcher lautet: „Bei jedem Naturvorgang ist die Abnahme der freien Energie, d. h. die Arbeit, welche der Vorgang zu leisten vermag, gleich der Abnahme der Gesamtenergie plus dem Produkt aus der absoluten Temperatur, bei welcher der Vorgang sich abspielt, und der Änderung der freien Energie mit der Temperatur".

Dass die Formel (1) nicht nicht richtig sein kann, werden folgende Betrachtungen erweisen. Während ein grosser Teil galvanischer Elemente wie

das Daniellelement $Zn\ ZnSO_4 \mid CuSO_4\ Cu$,
das Oxydationselement $Pt\ SnCl_2 \mid FeCl_3\ Pt$,
das Gaselement $Pt\ H_2 \mid O_2\ Pt$

chemische Energie umzuwandeln vermögen, sind andere Elemente wie

die Konzentrationskette $Ag\ AgNO_3$ konz. | $AgNO_3$ verd. Ag

dazu garnicht im Stande; denn die Wärmetönung des im letzten Element sich abspielenden Vorganges ist gleich 0. Trotzdem liefert uns ein solches Element sehr wohl elektrische Energie nach der Formel

$$\varepsilon \pi = \varepsilon T \frac{d \pi}{d T}, \qquad (3)$$

und zwar arbeitet das Element auf Kosten der Wärme der Umgebung; es ist also vergleichbar den Maschinen, welche durch Expansion komprimierter Gase betrieben werden, während wir die anderen Elemente vielleicht mit den Gasexplosionsmaschinen vergleichen dürfen.

Die Helmholtzsche Formel (2) giebt uns die energetische Beziehung für das galvanische Element; sie gestattet uns die Berechnung der elektromotorischen Kraft des Elementes aus der Wärmetönung Q und dem Temperaturkoëffizienten $\frac{d \pi}{d T}$; den

fast 100jährigen Streit über den Sitz der elektromotorischen Kraft zu entscheiden und den Mechanismus der Stromerzeugung zu erklären, hat aber erst die osmotische Theorie des galvanischen Elementes, welche wir Nernst verdanken, vermocht.

Wenn ein Strom im Schliessungskreis sich bewegen soll, muss vor allem das Element eine elektomotorische Kraft besitzen, d. h. es muss eine Potentialdifferenz zwischen den beiden Elektroden bestehen. Diese müssen also entweder ungleichnamige oder ungleich grosse gleichnamige elektrische Ladungen tragen. Auf welche Weise die elektrische Ladung der Elektroden zu stande kommt, hat Nernst vom Standpunkt der Theorieen der Lösungen und der elektrolytischen Dissoziation erklärt.

Vor etwa 13 Jahren hat van t'Hoff den Beweis erbracht, dass die gelösten Molekeln innerhalb des Lösungsmittels die gleiche Rolle spielen, wie die Molekeln im begrenzten Gasraum, dass man also die Gasgesetze auf die Lösungen übertragen kann. Zwischen einem festen Stoff und seiner Lösung besteht nur Gleichgewicht, wenn der sogenannte osmotische Druck der gelösten Molekeln so gross ist, wie der dem Dampfdruck analoge Lösungsdruck des festen Körpers. Ferner hat Arrhenius gezeigt, dass die Elektrolyte, nämlich die Salze, Säuren und Basen, in wässeriger Lösung zum Teil in Ionen zerfallen, d. h. in Teilmolekeln, welche je nach ihrem metallischen oder nichtmetallischen Charakter soviel aequivalente positive oder negative elektrische Ladungen tragen, als sie freie Valenzen haben. Nach der Nernstschen Theorie besitzen nun die Metalle sowie gewisse andere Elemente (wie H_2, O_2, Cl_2, wenn sie in Berührung mit indifferenten Metallen sind) einen elektrolytischen Lösungsdruck, d. h. die Fähigkeit, Ionen in die sie umgebende Flüssigkeit auszusenden. Eine Elektrode sendet nur dann keine Ionen in die Flüssigkeit, wenn der osmotische Druck p der Ionen, welche mit den auszusendenden identisch sind, ebenso gross ist wie der elektrolytische Lösungsdruck P der Elektrode. Ist dagegen $P > p$, so treten Ionen aus und die Elektrode nimmt die der Ionenladung entgegengesetzte elektrische Ladung an; ist $p > P$, so scheiden sich Ionen unter Abgabe ihrer Ladungen auf der Elektrode ab, diese nimmt daher eine mit der Ionenladung gleich-

namige Ladung an. Die geschilderten Vorgänge verlaufen nun aber nicht wie bei elektrisch indifferenten Stoffen bis zur Gleichheit von P und p, vielmehr wird schon lange vorher unter Mitwirkung der elektrostatischen Anziehung zwischen der Elektrode und den im Überschuss vorhandenen entgegengesetzt geladenen Ionen Gleichgewicht herbeigeführt. Vereinigt man zwei Elektroden, welche verschiedene Potentialdifferenzen gegenüber der sie umspülenden Flüssigkeit besitzen, so erhalten wir, da die Elektrizität vom höheren Potential zum niederen überzugehen strebt, beim Schliessen einen elektrischen Strom. Wenn während des Stromdurchganges an der einen Elektrode, die wir als Kathode bezeichnen, ein Grammion Substanz unter Bildung positiver Ionen in Lösung gegangen ist, so sind nach dem Faradayschen Gesetz $n\,\varepsilon_0$ Coulombs durch den Stromkreis gegangen, wenn n die Wertigkeit des Kations und ε_0 die 96540 Coulombs, die von einem Grammaequivalent getragen werden, bedeutet. Die Arbeitsleistung dieses Vorgangs können wir mit Hilfe der ja für die Lösungen gültigen Gasgesetze berechnen; da ein Grammion vom Lösungsdruck P zum osmotischen Druck p übergegangen ist, haben wir die Arbeitsleistung

$$A = R\,T\,ln\,\frac{P}{p}$$

erhalten. Bezeichnen wir die Potentialdifferenz an dieser Elektrode mit Π, die Wertigkeit des Kations mit n, so ist in elektrischem Mass die Arbeitsleistung

$$n\,\varepsilon_0\,\Pi = R\,T\,ln\,\frac{P}{p}. \qquad (4)$$

An der andern Elektrode, der Anode, spielt sich der umgekehrte Vorgang ab; ein dem Grammion der Kathodensubstanz entsprechende Menge positiver Ionen, die, wenn n' die Wertigkeit derselben bezeichnet, sich zu $\frac{n}{n'}$ berechnet, ist vom Druck p' zum Druck P' übergegangen; zu dieser „Kompression" muss die Arbeit

$$A' = \frac{n}{n'}\,R\,T\,ln\,\frac{P'}{p'}$$

aufgewendet werden; ist $p' > P'$, so wird der Arbeitsaufwand negativ, also zur Arbeitsleistung. In elektrischem Mass lautet der Arbeitsaufwand

$$n \varepsilon_0 \Pi' = \frac{n}{n'} R T \ln \frac{P'}{p'}, \qquad (5)$$

wenn Π' die Potentialdifferenz an der Anode bezeichnet. Durch Subtraktion der Gleichung (5) von Gleichung (4) erhalten wir die Arbeitsleistung des ganzen Systems zu

$$n \varepsilon_0 (\Pi - \Pi') = R T \ln \frac{P}{p} - \frac{n}{n'} R T \ln \frac{P'}{p'}.$$

Beim Durchgang von 96540 Coulombs erhalten wir demnach die elektrische Energie

$$\varepsilon_0 \pi = \frac{R T}{n} \ln \frac{P}{p} - \frac{R T}{n'} \ln \frac{P'}{p'}; \qquad (6)$$

π bedeutet die elektromotorische Kraft des Elementes. Ostwald hat gezeigt, dass diese Gleichung sich in die Formel (2) überführen lässt, ein glänzender Beweis für die Vorzüglichkeit der Nernstschen Theorie. Der sich aus Formel (2) und (6) ergebende Ausdruck

$$\frac{R T}{n} \ln \frac{P}{p} - \frac{R T}{n'} \ln \frac{P'}{p'} = Q + \varepsilon_0 T \frac{d \pi}{d T}$$

lässt erkennen, dass ein galvanisches Element dann ohne Wärmetönung arbeitet und keinen Temperaturkoëffizienten $\frac{d \pi}{d T}$ besitzt, wenn die Wärmetönung des chemischen Vorganges zur Leistung der auf der linken Seite stehenden osmotischen Arbeit gerade ausreicht. Ist letztere grösser als Q, so arbeitet das Element unter Wärmeverbrauch, kühlt sich also ab, $\frac{d \pi}{d T}$ ist alsdann positiv; ist dagegen Q grösser, so giebt das Element beim Stromdurchgang Wärme ab, $\frac{d \pi}{d T}$ ist negativ.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung solcher Ketten, welche keine Wärmetönung besitzen, sondern lediglich auf Kosten der Wärme der Umgebung arbeiten. Die elektromotorische Kraft derselben ist, wie aus der Formel (3)

$$\pi = T \frac{d\pi}{dT}$$

hervorgeht, der absoluten Temperatur proportional. In Wirklichkeit wird Q allerdings kaum jemals 0, da sich schwer mit solch verdünnten Lösungen arbeiten lässt, welche beim Vermischen gar keine Wärmetönung geben; doch können wir uns dem Nullwert ziemlich nähern und wollen annehmen, dass wir es im folgenden mit solchen Bedingungen zu thun haben; auch wollen wir die „Diffusionskette“ an der Berührungsstelle der Elektrolyte, deren Wert man künstlich sehr herabdrücken kann, ausser Acht lassen.

Die Konzentrationskette

$$Ag\ AgNO_3\ 0{,}1\ \text{normal}\ |\ AgNO_3\ 0{,}01\ \text{normal}\ Ag$$

liefert uns beim Stromdurchgang von 96540 Coulombs nach Formel (6) die Arbeit

$$\varepsilon_0\,\pi = R\,T\,ln\,\frac{p'}{p} = R\,T\,ln\,\frac{0{,}1}{0{,}01},$$

da $n = n' = 1$, $P = P'$ und $\frac{p'}{p}$ annähernd $= \frac{0{,}1}{0{,}01}$ ist.

Allgemein gilt die Formel

$$\varepsilon_0\,\pi = \frac{R\,T}{n}\,ln\,\frac{p'}{p}; \qquad (7)$$

die Arbeitsleistung einer Konzentrationskette und ebenso die elektromotorische Kraft ist also nur von der Wertigkeit der Ionen und dem Konzentrationsverhältnis derselben, nicht von ihrer chemischen Natur abhängig.

Im folgenden möchte ich eine Art von Ketten besprechen, welche den Konzentrationsketten ähnlich sind, und deren Studium ich nach längerer Unterbrechung vor kurzem wieder aufgenommen habe.

Nicht nur die Vorgänge der Ionenbildung oder -entladung können elektromotorisch wirksam werden, sondern auch die Ladungsvermehrung oder -verminderung der Ionen mit wechselnder Wertigkeit. Da die Oxydationsmittel das Bestreben haben, die positive Ladung ihrer Kationen zu vermindern resp.

die negative Ladung ihrer Anionen zu vermehren, und die Reduktionsmittel die entgegengesetzte Neigung haben, so kann man aus einem Oxydations- und einem Reduktionsmittel unter Zuhilfenahme unangreifbarer Elektroden galvanische Elemente konstruieren. In der Kette

$$Pt\, FeCl_3 \mid SnCl_2\, Pt$$

nimmt das Stannoion zwei positive Ladungen auf, welche zwei Ferriionen abgeben und dem Stannoion durch den Draht hindurch übermittelt werden; die Chlorionen, welche auf der linken Seite überschüssig werden, wandern nach rechts hinüber.

Bilden wir nun eine Kette aus einem Oxydationsmittel und dem aus demselben entstehenden Reduktionsmittel, so erhalten wir ein Element, welches lediglich auf Kosten der Wärme der Umgebung arbeitet und dessen elektromotorische Kraft der absoluten Temperatur proportional sein muss, da ja Q gleich 0 ist. Die elektromotorische Kraft einer solchen Oxyd-Oxydulkette lässt sich auf osmotischem Wege leicht berechnen. Haben wir die Kombination

$$Pt \begin{array}{c} a\ \overset{++}{Me} \\ b'\ \overset{+}{Me} \end{array} \left| \begin{array}{c} a'\ \overset{++}{Me} \\ b\ \overset{+}{Me} \end{array} \right. Pt$$

d. h. einerseits a Grammionen eines zweiwertigen Metalles und b' Grammion der einwertigen Ionen desselben Metalls, andererseits a' zweiwertige und b einwertige Ionen, und ist a resp. $b > a'$ resp. b', so ist nach dem Durchgang von 96540 Coulombs ein Grammion $\overset{++}{Me}$ vom osmotischen Druck a zum osmotischen Druck a' und ein Grammion $\overset{+}{Me}$ vom Druck b zum Druck b' übergegangen. Beide Arbeitsleistungen addieren sich zur Gesamtleistung des Systems, welche demnach

$$\varepsilon_0 \pi = R\,T \left(ln\,\frac{a}{a'} + ln\,\frac{b}{b'} \right) \qquad (8)$$

ist. Beträgt die Ladungsdifferenz der Ionen 2, so ist die Arbeitsleistung und die elektromotorische Kraft nur halb so gross. Überhaupt sind diese nur von der Ladungsdifferenz und dem

Konzentrationsverhältnis der Ionen, nicht von deren chemischen Natur abhängig.

Wenn $\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'}$ ist, so lautet die Gleichung

$$\varepsilon_0 \pi = 2 R T \ln \frac{a}{a'}. \qquad (9)$$

Diese Oxyd-Oxydulketten repräsentieren gewissermassen doppelte Konzentrationsketten. Wir können sie auf den Typus der gewöhnlichen Konzentrationsketten bringen, wenn wir eine der beiden Ionenarten auf beiden Seiten in gleicher Konzentration, z. B. in gesättigter Lösung anwenden; ist beispielsweise $b = b'$, so lautet die Gleichung

$$\varepsilon_0 \pi = R T \ln \frac{a}{a'}, \qquad (10)$$

also gerade so, wie die Formel für die Konzentrationsketten mit angreifbarer Elektrode. Eine solche Kette wäre die Kombination

$$Pt \begin{array}{l} HgCl_2 \text{ conc.} \\ HgCl \text{ fest} \end{array} \Bigg| \begin{array}{l} HgCl_2 \text{ verd.} \\ HgCl \text{ fest} \end{array} Pt$$

Beim Stromdurchgang wird festes $HgCl$ von rechts nach links transportiert, womit keine Arbeitsleistung verknüpft ist; diese wird nur von der Überführung der $\overset{++}{Hg}$-Ionen von links nach rechts geliefert. Solche Ketten wären für die Praxis sehr bequem, da die Menge des chemischen Komponenten sich nicht ändert und dieselben sich leicht trennen lassen; doch nimmt die an und für sich geringe elektromotorische Kraft sehr schnell ab.

Experimentelle Untersuchungen über Ferri-Ferrocyan-Elektroden, welche ich vor längerer Zeit begonnen hatte, sind aus äusseren Gründen unterbrochen und bisher nicht veröffentlicht worden. Die Werte für die Potentialdifferenz solcher Elektroden, welche mit Hilfe der Ostwaldschen Normalelektrode $Hg \mid HgCl = -0{,}56$ Volt bestimmt wurden, waren folgende:

	N	π
I.	$\frac{21,95}{0,31} = 70,12$	0,829
II.	$\frac{20,25}{2,26} = 7,84$	0,765
III.	$\frac{15,19}{7,20} = 2,11$	0,729
IV.	$\frac{11,39}{10,23} = 1,09$	0,716
V.	$\frac{9,38}{11,96} = 0,78$	0,704
VI.	$\frac{7,81}{12,82} = 0,61$	0,696
VII.	$\frac{6,02}{14,31} = 0,42$	0,688

Der Zähler der Brüche unter N giebt den 1000 fachen Normalgehalt an Ferricyanionen, der Nenner den 1000 fachen Gehalt an Ferrocyanionen an; die Zahlen wurden aus der Leitfähigkeit berechnet und können nur annähernd richtig sein.

Die elektromotorische Kraft der Kombinationen je zweier Ferri-Ferrocyan-Elektroden, wie sie aus diesen Zahlen folgt und wie sie aus Formel (8) sich berechnet, ist in folgender Tabelle angeführt:

	Beob.	Ber.
I.—IV.	0,113	0,103
II.—V.	0,061	0,058
III.—VI.	0,033	0,031
IV.—VII.	0,028	0,024

In anbetracht der nur annähernd durchführbaren Rechnung ist die Übereinstimmung ganz befriedigend. Der Temperaturkoëffizient einer Ferri-Ferrocyankette, welchen ich kürzlich über ein Intervall von 60^0 bestimmte, ergab einen um ca. 7 % zu grossen Wert.

Die graphische Darstellung der absoluten Potentiale einer Oxyd-Oxydulelektrode lässt eine logarithmische Kurve erkennen. Neuerdings hat Peters[1]) gezeigt, dass dieselbe bilogarithmisch verläuft. Peters stellt für die Kette

1) Zeitschrift für phys. Chemie XXVI, 193.

$$Hg\ HgCl \left| \begin{matrix} FeCl_3 \\ FeCl_2 \end{matrix} \right. Pt$$

die Formel

$$\varepsilon_0 \pi = R\,T \ln K + R\,T \ln \frac{ci}{co} \qquad (10)$$

auf, in welcher K die Gleichgewichtskonstante der Strom liefernden Reaktion

$$Hg + \overset{+++}{Fe} + \overset{-}{Cl} \rightleftarrows \overset{++}{Fe} + HgCl \text{ fest}$$

und $\frac{ci}{co}$ das Konzentrationsverhältnis der Ferri- zu den Ferroionen bedeutet. Stellt man diese Gleichung für zwei Ketten mit verschiedenen Ferri-Ferroelektroden auf und subtrahiert dieselben, so erhält man die von mir auf osmotischem Wege abgeleitete Formel (8). Peters hat gezeigt, dass man K leicht finden kann, wenn man die elektromotorische Kraft der Kette, in welcher $\frac{ci}{co} = 1$ ist, bestimmt; es ist dann

$$\frac{\varepsilon_0 \pi}{R\,T} = \ln K;$$

man kann also die Messung elektromotorischer Kräfte bequem zur Ermittelung von Gleichgewichtskonstanten benutzen. Peters hat für die von ihm untersuchte Reaktion $K = 10^{7,43}$ berechnet; für die von mir studierte Reaktion ergiebt sich aus meinen Messungen $10^{2,61}$. Die elektromotorische Kraft der Ketten wird also null sein, wenn das Verhältnis der Ferri- zu den Ferroionen gleich $1 : 10^{7,43}$ und das Verhältnis der Ferricyan- zu den Ferrocyanionen gleich $1 : 10^{2,61}$ ist.

Wir dürfen meines Erachtens die Peterssche Gleichung noch zu folgender Berechnung anwenden. Wenn die elektromotorische Kraft der Ketten gleich 0,56 ist, also allein durch die Potentialdifferenz an der Normalelektrode bedingt wird, ist die Potentialdifferenz an der anderen Elektrode gleich null. Wenn wir die Substanz der festen Elektrode als völlig indifferent ansehen (was in Wirklichkeit bei keiner Substanz zutrifft), so wäre die Potentialdifferenz an dieser gleich null, wenn das Verhältnis der Ferri- zu den Ferroionen gleich $1 : 10^{17,17}$, das der Ferricyan- zu den

Ferricyanionen gleich $1:10^{12,35}$ ist. Meiner Ansicht nach bedeutet dies, dass beispielsweise das Bestreben des Ferriions, eine positive Ladung abzugeben, $10^{17,17}$ mal so gross ist als das Bestreben des Ferroions, eine solche aufzunehmen.

Wie wir gesehen haben, besitzen wir in den galvanischen Elementen Vorrichtungen, welche uns ermöglichen, aus chemischer und aus osmotischer Energie elektrische Energie zu gewinnen. Absichtlich wurden nur „umkehrbare“ Elemente betrachtet, d. h. solche, welche beim Durchgang des Stromes in einer oder der andern Richtung ihren Charakter nicht ändern. Es erscheint mir angebracht, zum Schluss die Grundbedingung für die Möglichkeit der Gewinnung elektrischer Energie aus chemischer und osmotischer Energie, welche bei den besprochenen Systemen stets erfüllt war, besonders hervorzuheben. Wenn wir Zink in Kupfersulfat auflösen oder Zinnchlorür durch Behandeln mit Eisenchlorid oxydieren, so können wir die chemische Energie nicht als elektrische Energie gewinnen. Die Übertragung der elektrischen Ladungen darf nicht unmittelbar geschehen, vielmehr muss sie mittelbar durch den Schliessungsdraht des Elementes erfolgen; die Vorgänge müssen räumlich getrennt sein. Ganz das gleiche gilt für die Konzentrationsketten (und die denselben ähnlichen Oxyd-Oxydulketten). Das Vermischen ungleich konzentrierter $AgNO_3$-Lösungen liefert uns keine Arbeit; der Vorgang des Konzentrationsausgleiches ist nur dann elektromotorisch wirksam, wenn er durch Ladungsübertragung mittels des Schliessungsdrahtes geschieht: in der konzentrierten Lösung geben Ionen ihre Ladung an die Elektrode ab; diese Ladungen werden durch den Draht der andern Elektrode übermittelt und ermöglichen dort die Bildung neuer Ionen. Dadurch verdünnt sich allmählich die konzentrierte Lösung, während der Gehalt der verdünnten zunimmt.

In der Sitzung vom 5. August 1898 berichtete Herr C. Saint-Hilaire aus St. Petersburg (als Gast)

Ueber einige mikrochemische Reaktionen.

Als ich unter der Leitung des Herrn Prof. Kossel, dem ich bei dieser Gelegenheit meinen herzlichen Dank ausspreche, die mikrochemischen Reaktionen studierte, versuchte ich unter anderem eine Methode zu finden, die Harnsäure in loco zu bestimmen. Nach dem Rathe des Herrn Prof. Kossel habe ich dazu das schwerlösliche Salz der Harnsäure mit Kupferoxydul angewandt. Kupferoxydul wird aus der Lösung durch Harnsäure aufgenommen und dort fixirt, wo Harnsäure in den Geweben abgelagert ist. Das fixirte Kupfer kann durch Ferrocyankalium nachgewiesen werden. Das ferrocyanwasserstoffsaure Kupferoxydul oxydirt sich ziemlich schnell zu dem rothbraun gefärbten Oxydsalz. Man erhält also einen lebhaft rothen Farbenton an den Harnsäure enthaltenden Gewebstheilen. In der That habe ich ziemlich gut gelungene Präparate der Niere von Helix pomatia und des Infarcts der Kinderniere erhalten.

Die Methoden waren folgende: 1) Die Präparate waren mit Alkohol gehärtet, in Celloidin eingebettet und in Schnitte zerlegt worden. Die Schnitte wurden für einige Stunden in die Kupfersulfatlösung (10—5 %, gelegt, dann direkt in eine siedende gesättigte Lösung von Natriumbisulfit für 1—2 Minuten übertragen. Hierdurch wird die Reduktion des Kupferoxyd's und damit die Bildung des schwer löslichen harnsauren Kupferoxyduls bewirkt. Die Präparate werden jetzt sorgfältig ausgewaschen und endlich mit einer Lösung von Ferrocyankalium behandelt.

2) Die Schnitte werden in eine alkalische Kupferoxydullösung gebracht, welche durch Auflösen von Natriumhyposulfit, Seignettesalz und Kupfersulfat (nach dem Recept von Arthaud und Butte) bereitet war und der ein Zusatz von Natriumcarbonat gemacht war, um eine schwach alkalische Reaction hervorzurufen. Nach sorgfältigem Ausspülen mit Wasser wurden die Schnitte in Ferrocyankaliumlösung übertragen.

Die beiden Methoden geben fast gleiche Resultate; die

Harnsäureconcremente sind roth gefärbt. An einigen Präparaten aber machte ich die Bemerkung, dass auch das Chromatinnetz der Zellkerne gefärbt war. Zuerst glaubte ich, es hänge von der Gegenwart des Adenins oder anderer Basen, welche auch die Kupferoxydulverbindung geben, ab, aber das nähere Studium hat diese Vermuthung nicht bestätigt.

Um die Natur des fraglichen Stoffes zu ergründen, modificierte ich die Methoden und fand, dass die Kernfärbung ebenso intensiv wird, wenn man an Stelle der Arthaud'schen Lösung zunächst eine Kupfersulfatlösung (0,3 %) und dann eine Natriumcarbonatlösung (2 %) einwirken lässt, oder wenn man die violette alkalische Lösung anwendet, welche man erhält, wenn man Pepton mit Natronlauge und Kupfersulfat versetzt. Kupfersulfat allein giebt nur eine diffuse Färbung, die Gegenwart von Alkali ist also nothwendig. Das alles beweist, dass die Kernfärbungsreaction andersartig ist, als die oben geschilderte Harnsäurereaction. Sie hängt nicht von der Gegenwart des Kupfer o x y - d u l s ab, sondern wird durch Kupfer o x y d salz bei Gegenwart von Alkali hervorgerufen. Die Bindung des Kupfers erfolgt also ebenso wie bei der Biuretreaction. Wir sind berechtigt, sie als eine modificierte Biuretreaction zu betrachten und zunächst auf diejenigen Bestandtheile der Gewebe zu beziehen, welche die Biuretreaction geben.

Es muss bemerkt werden, dass die Reaction nicht unter allen Bedingungen gleichmässig gelingt. Wenn man die Schnitte vorher mit verschiedenen Stoffen bearbeitet, so verhindern einige derselben die Reaction, andere dagegen verstärken sie. Zu den ersteren gehören z. B. Mineralsäuren und kochendes Wasser, nach dessen Einwirkung (5 Minuten) die Kernfärbung gar nicht zu Tage kommt; zu den letzteren — Natriumphosphat, Ammoniumchlorid, Kalkwasser, Natriumcarbonat und besonders Ammoniak. Im Falle der Auflösung der fraglichen Stoffe zum Beispiel im Wasser, wird anstatt des Kernes das Protoplasma gefärbt, aber das Chromatinnetz ist nicht zerstört, da es noch mit Haematoxylin gefärbt werden kann. Wenn wir die Schnitte mit Spuren von Ammoniak kochen, so bekommen wir die Kernfärbung. An frischen Geweben konnte ich die

Reaction nicht hervorbringen, vielmehr ist vorhergehende Fixirung nöthig. Diese kann durch verschiedene Stoffe bewirkt werden, z. B. Alcohol, Sublimat, auch Kupfersulfat (10 %) u. a. Es fragt sich nun, welcher Bestandtheil des Kerns giebt zu dieser Reaction Veranlassung? Die Aufmerksamkeit muss hier sofort auf das Histon gelenkt werden. Dieses nimmt, wie die Biuretreaction beweist, Kupferoxyd in alkalischer Lösung auf. Es ist in Wasser und in Säuren löslich, durch Ammoniumchlorid, Magnesium- und Ammoniumsulfat, Natriumcarbonat und Natronhydrat fällbar; und vor Allem wird es durch Ammoniak niedergeschlagen, was die Wirkung des Ammoniaks bei dieser Färbungsmethode gut erklärt. Die Fixirung, welche sich bei den Präparaten als nothwendig erwiesen hat, ist wohl in der Weise aufzufassen, dass das Histon gefällt wird. Hierbei wird es schwer löslich, bewahrt aber sein Bindungsvermögen für Kupfer.

Die eben beschriebene Reaction ist an sehr verschiedenen Objecten geprüft worden, und hat mit wenigen Ausnahmen positive Resultate gegeben.

In derselben Sitzung (5. August 1898) legte der zeitige Director der Gesellschaft, Herr F. Marchand vor:

Mikroskopische Präparate von zwei frühzeitigen menschlichen Eiern und einer Decidua.

Das eine Ei war mit der dazugehörigen Eikapsel durch Ausschabung erhalten und in frischem Zustand in Flemming'scher Lösung fixirt worden, während das andere in der Decidua capsularis durch Abort ausgestossen war. (Durch Herrn Prof. Krukenberg in Bonn erhalten).

Ad 1. Das Ei, welches leider durch Abtrennung eines Theiles nicht mehr vollständig ist, hatte die Grösse einer Erbse oder kleinen Bohne. Das Ei ist allseitig mit Zöttchen besetzt, welche eine sehr schön erhaltene, continuirliche Zellschicht mit Mitosen und einen Syncytiumüberzug mit zahlreichen Fetttröpfchen und sehr deutlichem Borstenbesatz besitzen.

Das Epithel zeigt ein sehr verschiedenes Verhalten der beiden Schichten zu einander, sowohl was Zahl und Grösse der Zellschichtzellen, als Ausbildung des Syncytium betrifft. Im Allgemeinen ist letzteres um so stärker entwickelt, je mehr die Zellschicht zurücktritt und umgekehrt.

Die Untersuchung der „Zellknoten“ dieses Eies zeigt Verhältnisse zwischen den beiden Bestandtheilen, welche für die Ansicht Kastschenko's von einer Zusammengehörigkeit beider zu sprechen scheinen, indem man an dem Syncytium eine Anflösung in Zellen beobachten kann, welche sich von denen der Zellschicht nicht deutlich unterscheiden.

Sichere Anhaltspunkte für eine etwaige Entstehung des Syncytium aus mütterlichen Elementen konnten bei der Untersuchung der Eikapsel nicht gefunden werden.

An dem Chorion desselben Eies befindet sich genau an der Stelle, wo an der Innenseite ein allerdings nur mangelhafter Rest einer Embryonalanlage (Hypoblastblase?) liegt, ein auf dem Querschnitt kreisförmiger Kanal, welcher mit Zellschichtzellen ausgekleidet und mit einer mehrkernigen Syncytiummasse ausgefüllt ist, und sich von dem inneren Rande durch eine Anzahl Schnitte bis an die Oberfläche verfolgen lässt, wo er sich trichterförmig erweitert. Der Vortragende glaubt dieses Gebilde als den Rest eines ursprünglichen Amnionganges deuten zu müssen.

Ad 2. Das zweite Eichen, welches mit der Kapsel in c. 450 continuirliche Schnitte zerlegt wurde[1]), ist durch ein Blutcoagulum in der Kapsel seitlich zusammengedrückt (grösste Länge c. 10 mm, Breite in der Mitte nur etwa 3 mm) ist aber sonst, abgesehen von einer Ablösung der Embryonalanlage, sehr gut erhalten. Von Interesse ist die noch deutlich zu übersehende Lage der Amnionhöhle, welche mit ihrem Ende ganz in dem Haftstiel des Embryo liegt; daneben lässt sich ein dünner Allantoisgang nachweisen. Auch hier findet sich an der Aussen-

1) Für die Herstellung der Schnittserien in diesen beiden Fällen ist der Vortragende seinem ehemaligen Assistenten Dr. Pels-Leusden zu Dank verpflichtet.

seite des Chorion in einiger Entfernung vom Amnion eine tiefe Einkerbung, welche vielleicht mit der ersten Bildung des Amnion zusammenhängt, da sie das Chorion in der Richtung nach dem Amnion auf eine kurze Strecke durchsetzt, jedoch in diesem Falle nicht kanalförmig.

Ad 3. Präparate von einer in Flemming'scher Lösung fixirten durch Ausschabung erhaltenen Decidua aus einem frühen Stadium der Schwangerschaft.

Zwischen den grossen, hellen, blasenförmigen Deciduazellen finden sich meist in Häufchen angeordnete kleinere polygonale Zellen mit dunklerem granulirten Protoplasma und runden ebenfalls dunkler gefärbtem Kern, Zellen, welche nicht selten auch fälschlich als Leukocyten bezeichnet worden sind, aber nichts anderes als sog. kleine Deciduazellen, d. h. Jugendformen darstellen, die durch alle Zwischenstadien in die grossen, hellen Zellen übergehen. Sowohl in den kleinen als in einigen der grösseren, hellen Zellen finden sich ziemlich zahlreiche Mitosen, welche bisher in der Decidua nicht bekannt waren. In den ganz grossen, hellen Zellen fehlen diese, dagegen kommen hier nicht selten Erscheinungen vor, welche auf direkte Kern- und Zelltheilung deuten, oft zwei Kerne in einer Zelle mit Andeutung einer Theilung des Zellkörpers. Die Chromosomen in den helleren Zellen liegen meist etwas verstreut; ihre Zahl scheint 24 zu sein.

An denselben Präparaten finden sich zwischen den Deciduazellen grosse meist spindelförmige Zellen mit grossem, dunkelgefärbten Kern und zahlreichen Fetttröpfchen im Protoplasma; sie schieben sich in wechselnder Menge zwischen die Deciduazellen und machen den Eindruck von beweglichen, das Gewebe durchwandernden Elementen. An vielen Stellen sieht man diese Zellen im unmittelbaren Anschluss an die Drüsen, deren Zellen dieselben Kernformen und den gleichen Gehalt an Fetttröpfchen in dem oft sehr unregelmässig gestalteten Zellkörper besitzen, und nicht selten spindelförmig verlängert zwischen die angrenzenden Deciduazellen einzudringen scheinen. — Das Epithel der Oberfläche ist abgeflacht, ebenfalls fettig, an einzelnen Stellen, welche der Decidua basalis anzugehören

schienen, in grössere, mehrkernige, fetttröpfchenhaltige Gebilde übergehend. (Die ursprünglichen Lagebeziehungen lassen sich an den Schnitten nicht mehr sicher feststellen).

In derselben Sitzung trug Herr Marchand, mit Vorlegung zahlreicher mikroskopischer Präparate, vor:

Ueber die Bildung der Placenta foetalis beim Kaninchen.[1])

Die Anlagerung des Eies an die Uterus-Schleimhaut beim Kaninchen beginnt am 8. Tage; sie vollzieht sich im Laufe der nächstfolgenden Tage im Bereiche des den Embryo umgebenden hufeisenförmigen Gebietes der Keimblase, welches sich schon vor der Anlagerung durch eine erhebliche Verdickung des Ectoderms (Ectoderm-Wulst von Kölliker) auszeichnet. Während nach den Angaben einiger Embryologen dieser Ectodermwulst bereits vor der Verbindung mit der gegenüberliegenden Oberfläche der Schleimhaut aus zwei Schichten, einer tieferen Cylinderzellen- und einer oberflächlichen plasmodialen Schicht besteht (E. van Beneden, Masius, Rabl), ist nach der sehr bestimmten Behauptung Anderer der Ectodermwulst nur aus getrennten Epithelzellen zusammengesetzt, während die plasmodiale Schicht erst nach der bereits erfolgten Vereinigung mit dem Uterus-Epithel aus diesem selbst gebildet werden soll (Strahl, Minot, Kossmann). M. Duval beschreibt eine plasmodiale Schicht des Wulstes ebenfals erst nach erfolgter Vereinigung mit dem Uterus-Epithel, erklärt sie aber für foetaler Natur, ebenso neuerdings Maximow, der sich von dem Vorhandensein eines foetalen Plasmodium vor der Verbindung mit dem Uterus nicht überzeugen konnte.

Eine in Zenker'scher Lösung fixirte Eikammer eines Kaninchen-Uterus von genau 8 × 24 Stunden post coitum wurde in eine continuirliche Schnittreihe zerlegt. Die Keimblase ist nur an einer sehr kleinen Stelle an einer der Schleimhautfalten des Uterus oberflächlich mit dem Epithel verklebt, so dass einige

---

1) Die ausführliche Mittheilung dieser Untersuchung mit Abbildungen erscheint in den Abhandlungen der Gesellschaft.

Ectodermkerne am letzteren haften geblieben waren, während die Keimblase bei der Härtung sich etwas retrahirt hatte. Die letztere ist noch von einem Reste der Zona pellucida umgeben und liegt abgesehen von jener, nur an wenigen Schnitten sichtbaren Stelle vollständig frei. Im Bereiche des grössten Theils des Ectodermwulstes (nach vorn etwa bis zum vorderen Ende des Primitivstreifens) ist der Ectodermwulst ausgesprochen zweischichtig; die tiefere Schicht besteht grösstentheils aus hohen Cylinderzellen, an anderen Stellen aus weniger regelmässig angeordneten Zellen und ist vollkommen scharf von der oberflächlichen sehr viel dickeren plasmodialen Schicht abgegrenzt. Die Entwickelung der letzteren aus den vergrösserten, anfangs kolbenförmig hervortretenden, sodann zusammenfliessenden Ectodermzellen lässt sich mit grosser Deutlichkeit verfolgen. Der zweischichtige Ectodermwulst umgiebt in gleicher Weise das hintere Ende des Primitivstreifens.

Die Anlagerung des Eies und seine Verbindung mit der Oberfläche des Uterus kommt demnach durch Protoplasma-Verschmelzung zwischen dem ectodermalen Plasmodium und dem inzwischen ebenfalls ausgebildeten uterinen Plasmodium oder Syncytium zu Stande, worauf das letztere sehr bald grösstentheils resorbirt wird.

Die Entwickelung des uterinen Syncytium, welche in ziemlich übereinstimmender Weise von verschiedenen Autoren beschrieben wird, lässt sich schon am achttägigen Uterus im Beginn nachweisen, sodann bis zum elften Tage an den in der Nachbarschaft der Placentarstelle gelegenen Theilen der Placentarfalten, sowie am übrigen Umfang der Eikammer. Die Drüsenmündungen, welche am achten Tage noch offen sind, werden durch die stärkere Zunahme und Verschmelzung des Syncytium verschlossen, während der untere Theil der Drüsen noch mit unveränderten Cylinderzellen ausgekleidet ist.

Leider konnte Vortragender die zunächst folgenden Stadien der Verbindung der Keimblase mit dem Uterus noch nicht zur Untersuchung erhalten.

An einem in Sublimat fixirten Uterus von wahrscheinlich 9 ½ bis 10 tägiger Dauer der Schwangerschaft, von welchem mehrere Eikammern an Serienschnitten untersucht wurden, ist die Verbindung der Keimblase mit der Placentarstelle bereits fast vollständig erfolgt, doch finden sich noch einige etwas vertiefte Stellen der Schleimhaut, welche das Ectoderm noch ohne Verbindung überbrückt.

Hier lassen sich noch zweifellose Reste des foetalen Plasmodium bereits in Verbindung mit dem uterinen Epithel nachweisen. Der Rand der Anlagerungsstelle, welcher die die Vereinigung begleitenden Veränderungen am besten erkennen lässt, verhält sich keineswegs an allen Theilen übereinstimmend. Offenbar hängt dies damit zusammen, dass nicht überall der Verbindung des Ectoderms mit der Schleimhaut die Bildung eines ectodermalen Plasmodium vorausgeht. Die mit einem solchen versehenen Theile des Ectoderms haben offenbar den ersten und wichtigsten Antheil an der Verbindung, welche sich sodann weiter auf die noch einschichtigen, wenig verdickten Theile des Ectoderms erstreckt, wie man aus dem Verhalten des an das uterine Syncytium sich anlegenden Ectoderms an sehr vielen Stellen erkennen kann. An anderen Randstellen lassen sich auch in diesem Stadium noch zweifellose Reste des ectodermalen Plasmodium in Verbindung mit der Zellschicht (Cytoblast) des Ectoderms und der Uterusschleimhaut nachweisen. Das Bestehenbleiben einer ausgedehnten plasmodialen Schicht an der Oberfläche der Schleimhaut oder gar die Ausbildung eines umfangreichen Plasmodium als Bildungsstätte der Placenta foetalis ist dagegen mit Sicherheit in Abrede zu stellen. Die die Oberfläche einnehmende ziemlich mächtige Schicht der Schleimhaut besteht vielmehr aus sehr zahlreichen getrennten Zellen und Zellenresten von verschiedener Herkunft in einer feinkörnigen und fädigen Grundsubstanz, Gefässen mit zelligen Scheiden und Resten des uterinen Syncytium, welche mehr und mehr in die Tiefen gedrängt werden, während sie in der Nähe der Ränder noch in ausgedehntem Maasse mit dem Ectoderm in Verbindung stehen.

Die weiteren Veränderungen des Ectoderm gehen, wie es

scheint, ausschliesslich oder doch grösstentheils von der Zellschicht aus, welchem die ganze Oberfläche der Placentarstelle bekleidet. Sie bestehen 1) *in dem Eindringen heller Zellen in das epitheliale Syncytium* und, nach Schwund desselben, in das sehr gelockerte Schleimhaut-Gewebe, 2) *in der Bildung grösserer, blasiger, vielkerniger, augenscheinlich sehr weicher Massen*, welche in ihrer Zusammensetzung sehr ähnlich der ursprünglichen Plasmodium-Schicht sind, 3) *in der Bildung grösserer, anfangs solider*, *bald aber mit einem Lumen versehener Ectodermfortsätze* (sog. Primordialzotten), welche z. Th. in das Syncytium, hauptsächlich aber in das lockere Zwischengewebe eindringen. Diese Fortsätze wachsen allmählich weiter in die Tiefe hinein und werden oft ohne Zusammenhang mit der Oberfläche getroffen. *Das Eindringen des Ectoderms geschieht offenbar durch die eigene Thätigkeit der Ectodermzellen*, durch eine aktive Wucherung derselben und beruht nicht etwa auf einer mechanischen Ausstülpung durch das wuchernde Mesoderm; erst nachträglich dringt das äusserst zarte Allantoisgewebe mit spärlichen Capillargefässen in die Hohlräume der aus Cylinderzellen gebildeten Ectodermsprossen. Das *uterine Syncytium* wird theils durch das vordringende Ectoderm, theils durch die wuchernden Gefässscheiden verdrängt, zerklüftet und resorbirt bis auf die unterhalb dieser Zone erhaltenen Reste.

Gleichzeitig mit der Anlagerung des Ectoderms an die Schleimhaut entwickeln sich die bereits von *Godet*, *Masquelin* und *Swaen* und Anderen beschriebenen Gefässscheiden aus glykogenhaltigen Zellen, welche schon am zehnten Tage fast das ganze Schleimhautgewebe im Bereiche der Placentarstelle einnehmen. Am achten Tage ist von den Glykogenzellen noch sehr wenig zu sehen, die Gefässe, auch die tiefergelegenen sind dünnwandig, aber weit; stellenweise von einer Lage noch wenig vergrösserter adventitieller Zellen umgeben. Diese vermehren sich auf mitotischem Wege, und werden durch Glykogenanhäufung blasig; auch die grossen, vielkernigen Glykogenzellen, welche besonders später die grösseren Gefässe der Placenta

uterina umgeben, sind (entgegen der Angabe von Maximow) blasige, mit einer Membran versehene Zellen, welche nicht durch Zusammenfliessen von kleineren Zellen, sondern durch Vermehrung der Kerne aus solchen entstehen.

An der Oberfläche der Placentarstelle treten unmittelbar unter der oberflächlichen Zellschicht, etwas entfernt vom Rande, unregelmässig gestaltete Räume anf, die theils leer (d. h. mit farbloser Flüssigkeit) theils mit Blut gefüllt sind. Diese Räume werden z. Th. sicher von Ectodermzellen der Oberfläche begrenzt, z. Th. liegen sie noch ganz im Bereiche des Ectoderms, dessen Zellen bei der Bildung der Räume in verschiedener Weise deformirt, sternförmig werden können. Andrerseits liegen die Bluträume auch im Bereiche der lockeren Zellenmassen der oberflächlichen Schleimhaut; sicher kommen sie nicht durch Lückenbildung in einem homogenen foetalen Plasmodium zu Stande (Duval, Masius). Ausser diesen, einer besonderen Wandung entbehrenden Bluträumen finden sich nicht selten dicht unter der Oberfläche, an das Ectoderm angrenzend, auch in das uterine Syncytium (wo es noch erhalten ist) eingebettet, Blutcapillaren mit erhaltenem Endothel und den dasselbe umgebenden Glykogenzellen, welche indess zum grössten Theil gelockert werden und aus dem Zusammenhang gerathen. Andere Gefässe, welche aus der Tiefe emporsteigen, werden in der Nähe der Oberfläche weiter, kolbenförmig; sie verlieren ihre zusammenhängende Wandung und stehen mit den erwähnten Bluträumen in Verbindung. Man kann sich daher die Entwickelung der letzteren so vorstellen, dass zunächst in Folge seröser Durchtränkung Lakunen in der Zellschicht des Ectoderms und darunter entstehen (anscheinend aus Vacuolen oder aus blasigen Zellen hervorgehend), in welche aus den gewucherten und gelockerten Gefässen extravasirtes Blut tritt. (Es kann dabei Blut auch gleichzeitig in die noch offenen Lumina der erhaltenen oft stark ausgedehnten Drüsenreste gelangen, wo es sich nachher weiter umwandelt). Stellenweise sind bereits an der zehntägigen Placenta umfangreichere sinusartigen Bluträume vorhanden, welche dicht unter dem Ectoderm liegen und den grössten Theil des Raumes zwischen den in die Tiefe eindringenden Ecto-

dermfortsätzen einnehmen. Durchsetzt werden die grösseren Bluträume, welche oft deutlich den Zusammenhang mit noch erhaltenen Gefässen erkennen lassen, von einem zierlichen Netz verästelter und langgestreckter Zellen, welche sich stellenweise auch der Innenfläche des Ectoderms anlegen und mehr in der Tiefe in grössere unregelmässig gestaltete mehrkernige Protoplasmamassen übergehen.

Die Entstehungsweise dieser Zellen ist schwer zu verfolgen. Es sind offenbar dieselben Elemente, welche Duval und Masius direkt als foetales Plasmodium bezeichneten (in dem sich die Bluträume bilden sollten), während Maximow von einem Hineinwuchern des Ectoderms in die Bluträume mit Umwandlung in ein Plasmodium spricht. Verfolgt man aber die Entstehung der die Bluträume durchsetzenden und allmählich auskleidenden Zellen und grösseren Protoplasmamassen, so wird man zweifellos auf die Elemente der Gefässwandungen geführt, welche mit den Bluträumen von vornherein in Verbindung stehen. Allerdings ist es anfangs nicht immer möglich, zu entscheiden, ob man Reste stehengebliebener, ectodermaler Zellen vor sich hat, oder hineingewucherte Zellen anderer Art, indess kann man sich von der forschreitenden Umwandlung der Gefässwandzellen in jene immer deutlich fibrillär aussehenden Zellen mit Sicherheit überzeugen, wenn man die allmähliche Veränderung der Gefässwand von den tieferen Schichten aus verfolgt.

An der elftägigen Placenta ist die Bildung der Bluträume bereits weiter vorgeschritten; die oberflächliche Ectoderm (Cytoblast)-Schicht besteht aus Cylinderzellen von etwas verschiedener Höhe. Der Raum zwischen den Ectodermfortsätzen (Primordialzotten) und der Oberfläche ist in den mittleren Theilen der Placenta fast ganz durch Bluträume eingenommen, während an den Rändern die Anlagerung des einschichtigen Ectoderms an das Syncytium, das Eindringen heller Ectodermzellen und grösserer vielkerniger, plasmodialer Gebilde fortschreitet, und andererseits die Wucherung der Gefässe mit ihren Zellscheiden ebenfalls zunimmt. Auch das Endothel der Gefässe zeigt im Bereiche der Placentarstelle zweifellose Wucherungserscheinungen. Am wichtigsten ist, dass innerhalb der Bluträume eine zunehmende Aus-

kleidung mit weichen, protoplasmatischen Elementen vorhanden ist, welche sowohl an der Innenseite der Cytoblastschicht (d. h. nach dem Lumen des Blutraumes zu) als in der Umgebung der Primordialzotten immer vollständiger wird, und oft in grössere, vielkernige Protoplasmamassen übergeht. Die Placenta foetalis besteht in diesem Stadium in den mittleren Theilen der Placentarstelle aus dem oberflächlichen Ectodermüberzug, den in die Tiefe hineinragenden Ectodermfortsätzen mit ihrem lockeren, mesodermalen Inhalte, und den die Zwischenräume zwischen diesen Theilen einnehmenden unregelmässig gestalteten Bluträume mit ihrer protoplasmatisch-zelligen Auskleidung.

An dieser sind oft noch deutliche Zellgrenzen erkennbar; das Protoplasma ist stets zartfibrillär. Diese Zellauskleidung ist demnach ursprünglich kein Plasmodium, sondern bildet erst nachträglich vielkernige Protoplasmamassen. Offenbar sind die zelligen Elemente sehr weich, sie schliessen nicht selten Vacuolen ein, stehen durch Protoplasmabrücken mit einander in Verbindung, zwischen denen neue Hohlräume entstehen, in welche rothe Blutkörperchen eintreten. Diese Zellen und Protoplasmamassen stellen das sog. intravasculäre Plasmodium der oberflächlichen Bluträume dar, welches nach Maximow durch ein Hineinwuchern der Ectodermzellen in die Gefässe sich bilden soll. Es ist zuweilen schwer, wuchernde Ectodermzellen und mehrkernige vom Ectoderm ausgehende Zellkörper von jenen Zellen zu unterscheiden, aber andrerseits lassen sich die letzteren auch in diesem Stadium, wie mir scheint, mit völliger Sicherheit auf eine Umwandung der Gefässwandzellen zurückführen. Schwieriger ist die Entscheidung, ob bei der Bildung jener Protoplasmamassen, welche die mütterlichen Bluträume auskleiden, auch die Glykogenzellen der Gefässe oder nur die Endothelzellen sich betheiligen; eine Wucherung der letzteren ist unverkennbar.

Wahrscheinlich hat die enorme Produktion von Glykogenzellen der Gefässscheiden während der Bildung der foetalen Placenta nicht bloss die Bestimmung, dem Embryo reichliches Ernährungsmaterial zuzuführen, sondern hauptsächlich Material für die mütterlichen Bluträume zu liefern, da welches weder vom Ectoderm (van Beneden, Duval, Maximow) noch vom

uterinen Syncytium (Kossmann) stammt. Irgend eine Beziehung des letzteren zu den mütterlichen Bluträumen ist nicht erkennbar.

Die zwölftägige Placenta unterscheidet sich in ihrem Aussehen schon sehr erheblich von dem vorhergehenden Stadium. Die foetale Placenta hat an Dicke beträchtlich zugenommen und grenzt sich schärfer von dem mütterlichen Theile ab. An der Grenze des letzteren liegen die z. Th. in Zerfall begriffenen ausgenagten Reste des Syncytium, weiter in der Tiefe noch erhaltene Drüsenschläuche.

Die Ectodermfortsätze sind bis an diese Grenze in die Tiefe hineingewuchert; sie bestehen aus Cylinder-Epithel, welches dem uterinen Gewebe wie ein dazugehöriges Epithel aufsitzt, während das gefässhaltige, lockere Allantoisgewebe, welches die Ectodermfortsätze ausfüllt, sich davon zurückzieht. An der Oberfläche ist ein continuirlicher Ectodermüberzug nur an den grösseren sinusartigen Bluträumen noch erkennbar. Die Placenta foetalis besteht bereits aus den von Duval als ectoplacentare Säulen und tubulöse Formationen (Lamellen) bezeichneten Gebilden, in welchen das mütterliche Blut ohne besondere Gefässwand circulirt.

Die Protoplasma-Schicht der Säulen und Lamellen geht unmittelbar aus den vorher beschriebenen Zellen und vielkernigen Protoplasmamassen hervor, welche die eben entstandenen Bluträume auskleiden. Beim Uebergang der grossen, mütterlichen Gefässe in die Bluträume der Säulen kann man mit Sicherheit den allmählichen Uebergang der Elemente der Gefässwand in das Protoplasma der Säulen erkennen, doch konnte sich der Vortragende noch nicht überzeugen, ob das gewucherte Endothel der grossen, mütterlichen Gefässe sich allein an der Umbildung betheiligt.

Das Protoplasma der placentaren Säulen und Lamellen ist durch eine eigenthümliche Streifung ausgezeichnet, welche in den späteren Stadien noch deutlicher hervortritt und durch das Vorhandensein heller, spaltförmiger Lücken (wie von kleinen Krystallen herrührend) bedingt wird, die zuerst von Godet beschrieben wurden.

An der Oberfläche der Lamellen bleiben stellenweise noch Gruppen von Ectodermzellen erhalten (abgesehen von der zusammenhängenden Lage der Cylinderzellen, welche die tiefen Buchten zwischen den Säulen auskleiden). An allen diesen Stellen findet man noch Mitosen in den Ectodermzellen, also deutliche Zeichen der Vermehrung. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die wuchernden Ectodermzellen fortdauernd die weitere Zerklüftung der compacten Säulen und ihre Umwandlung in „Lamellen" bewirken; den Ectodermzellen, welche in das Protoplasma eindringen, folgen die Allantoissprossen, wodurch die sehr reichliche Verästelung der letzteren sich erklärt. Zwischen den verästelten Allantoiszotten bleiben die schmalen Protoplasmalamellen erhalten, in denen die mütterlichen Blutcapillaren verlaufen.

Die Placenta von 14 und 15 Tagen zeigt lediglich die weitere Ausbildung dieser Theile und braucht daher hier nicht besonders berücksichtigt zu werden.

Zum Vergleich untersuchte Vortragender zwei Stadien der Placentarbildung der Katze, welche bei mancher Aehnlichkeit doch wesentlich verschiedene Verhältnisse darbietet.

Die Placentarlamellen des jüngeren Stadiums zeigen an der Oberfläche eine nicht sehr deutlich abgegrenzte und nicht ganz continuirliche Schicht ectodermaler Zellen, darunter eine homogene Protoplasma-Schicht mit verstreuten Kernen, im Innern das mütterliche Blutgefäss, welches mit Endothel ausgekleidet und noch von einer dünnen Lage Bindesubstanz umgeben ist. In letzterer sind verstreute, gegen die Basis reichlichere, rundliche und spindelförmige Zellen eingelagert. Die subectodermale Schicht wird von Strahl als uterines Syncytium bezeichnet, von Duval mit Einschluss der isolirten zelligen Elemente für ectodermal gehalten. Verfolgt man die Lamellen bis zur Basis, so scheint in der That das aus dem Drüsen-Epithel hervorgegangene Syncytium direkt mit der homogenen Protoplasma-Schicht zusammenzuhängen, so dass dasselbe also thatsächlich von dem Uterus-Epithel herzuleiten sein würde. In dem späteren Stadium ist diese Schicht auffallender Weise stärker entwickelt,

viel reicher an Kernen; auch die oberflächliche Ectodermzellen schicht ist stärker ausgebildet, deutlicher abgegrenzt.

Ferner sind die in der nächsten Umgebung des centralen Blutgefässes in Bindegewebe eingelagerten Zellen grösser und in ihrem Aussehen vollständig den menschlichen Deciduazellen gleich. Auch hier lässt sich der Zusammenhang der subectodermalen Protoplasma-Schicht mit dem epithelialen Syncytium der noch erhaltenen Uterindrüsen nachweisen.

Wie weit sich aus dem Verhalten der Kaninchen-Placenta Schlüsse auf die erste Entwickelung der menschlichen Placenta ziehen lassen, ist sehr zweifelhaft. Für die erstere hat die bekannte Anschauung Hubrecht's von der Entwickelung eines trophoblastischen Gewebes, welches nachträglich durch die aus einer Wucherung der mütterlichen Gefässwandungen hervorgehende „Trophospongia" ersetzt wird, allem Anschein nach volle Gültigkeit.

Aufgelegte Schriften:

Memoirs of the Museum of comparative Zoology. Vol. XXIII, Nr. 1. Bulletin, Vol. XXVIII, Nr. 4 u. 5. Vol. XXXI, Nr. 6 u. 7. Vol. XXXII, Nr. 1—5. Cambridge 1897/98.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. XXXII, Nr. 16 u. 17. Vol. 33, Nr. 1—12. Boston 1897/98.

U. S. Geological Survey. XXV—XXVIII with Atlas. Washington 1895/96.

Bulletin of the U. S. Geological Survey, Nr. 127, Nr. 130—148 und Nr. 87. Washington 1896/97.

12. Jahresbericht des naturwissenschaftlichen Vereins in Osnabrück. Osnabrück 1898.

25. Jahresbericht des westfälischen Provinzialvereins für Wissenschaft und Kunst. Münster 1897.

Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preuss. Rheinlande und Westfalens. Jahrg. 54. 2. Hälfte. Bonn 1897.

Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heil-Kunde. 1897. Bonn 1897.

Sitzungsberichte und Abhandlungen der Gesellschaft Isis zu Bautzen. Bautzen 1896/97.

17. Bericht des naturhistorischen Vereins zu Passau. Passau 1898.

Sitzungsberichte des siebenbürgischen Museums-Vereins. Bd. XIX, Jahrg. XXII, Abt. I u. II. Kolozsvart 1897.

1897 Programme de la Société batave de Rotterdam.

Mémoires de la Société botanique de Luxembourg. Nr. XIII. Luxembourg 1897.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. 1897. Nr. 3 u. 4. Moscou 1898.

Bergens Museums Aarbog 1897. Bergen 1898.

Charles Janet, Etudes 13, 14, 15, 16. Limoges 1897.

Annotationes zoologicae iaponenses. Vol. II. Part. 1 u. 2. Tokyo 1898.

Boletin de la Academia Nacional de Ciencias en Cordoba. Tom XV, Ent. 4. Buenos Aires 1897.

Journal of the Elisha Mitchell scientific Society, fourteenth year 1897. Part I u. II. Chapel Hill 1897.

Bulletin of the New York Public Library. Vol. II, Nr. 3, 5 u. 6. New York 1898.

Proceedings of the Nova Scotia Institute of Science. Vol. IV, Part 3. Halifax 1897.

Bulletin of the Essex Institute. Vol. 26—29. Salem 1894/97.

Smithsonian Miscellaneous Collections, 1084, 1087. Washington 1897/98.

Smithsonian Report 1895. Washington 1896.

The Smithsionan Institution 1846—1896. Washington 1897.

Societatum litterae, Jahrg. XI, Nr. 7—12. Jahrg. XII, Nr. 1—4. Helios, Bd. 15. Berlin 1898.

Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg. Jahrg. 1897, Nr. 1—9.

Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München. Bd. XIII, Heft II u. III. München 1898.

Sitzungsberichte der Isis in Dresden, Jahrg. 1897. Dresden 1898.

Jahreshefte des naturwissenschaftlichen Vereins für Lüneburg. XVI. Lüneburg 1898.

Abhandlungen vom naturwissenschaftlichen Verein in Bremen. Bd. XIV, Heft 3, Bd. XV, Heft 2.

Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Societät in Erlangen. Heft 29. Erlangen 1898.

Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg. Bd. X, Heft 1—3. Freiburg 1897/98.

Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. Jahrg. 38. Königsberg 1997.

Archives du Musée Teyler. Ser. II, Vol. V, 4; Vol. VI, 1.

G. O. Sars, Crustacea, Isopoda. Bergen 1898.

Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and philosophical Society. Vol. 42, Part 2 u. 3. Manchester 1898.

Programm der technischen Hochschule zur Braunschweig für 1898/99.

15. Bericht des Botanischen Vereins in Landshut. Landshut 1898.

Notizblatt des Vereins für Erdkunde in Darmstadt. IV. Folge, Heft 18. Darmstadt 1897.

Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. 24, Heft 2, nebst Reptilienkatalog II. Frankfurt a. M. 1898.

VI. Jahresbericht der geographischen Gesellschaft zu Greifswald. Teil II. Greifswald 1898.

Bericht der Rede- und Lesehalle der deutschen Studenten in Prag 1897. Prag 1898.

Jahrbuch des ungarischen Karpathen-Vereins. Jahrg. XXV. Iglo 1898.

Mémoires de la Société des Naturalistes de Kiew. Tom XIV, 2; XV, 1 u. 2. Kiew 1896/98.

Bulletin de l'Academie impériale des Sciences de St. Petersbourg. Ser. V, Tom VII, Nr. 2. St. Petersbourg 1897.

Mitteilungen der medizinischen Fakultät zu Tokio. Bd. III, Nr. 3; Bd. IV, Nr. 1. Tokio 1897/98.

Yearbook of the Departement of Agriculture 1897. Washington 1898.

Johns Hopkins University Circulars. Vol. XVII, Nr. 135 u. 136.

H. v. Ihering, Revista do Museu Paulista. Vol. II. S. Paulo 1897.

54. Jahrgang der Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Stuttgart 1898.

43. Bericht des Vereins für Naturkunde in Kassel. Kassel 1898.

Bulletin of the geological Institution of the University of Upsala. Vol. 3, Part II, 26. Upsala 1898.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

№ ro. 8 November 1898

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 23. November 1898 sprach Herr Disse:

Zur Anatomie der Niere.

1. Über das Epithel der gewundenen Rindencanälchen.

Derjenige Abschnitt des Protoplasmas der Epithelzellen in den gewundenen Rindencanälchen, der zwischen dem Lumen und dem Zellkern gelegen ist, wird in verschiedener Form angetroffen. Man findet diesen Abschnitt a) dicker oder dünner, zuweilen leicht gestrichelt, wie ein Saum erscheinend; b) hell und homogen, glasartig, ohne Structur: c) kegelförmig vorspringend, hoch, wie eine Kuppe, die an ihren Seitenflächen noch von einem Saum eingefasst ist, ähnlich dem Stadium a. Indessen handelt es sich hier nicht um eine Trennung des Saumes durch einen austretenden Tropfen, sondern um eine Umwandlung dieses Saumes selbst; der »Saum« schärft sich allmählich zu und geht in die helle Kuppe über. Endlich trifft man derartige hohe Zellkuppen, die keinerlei Saum mehr erkennen lassen. Immer ist die Grenze der Epithelzellen gegen das Lumen eine scharfe, ununterbrochene Linie, mag nun ein gestreifter Saum oder eine helle Kuppe vorliegen.

Die helle, homogene, kegelförmige Zellkuppe findet man häufig an Durchschnitten durch ganz frische Nieren, die ohne jeden Zusatz untersucht werden; ferner trifft man sie bei Nieren an, die in Flemmingscher Lösung fixirt sind. Neben derartigen Zellen finden sich immer viel mehr Zellen vor, bei denen der innere Zellabschnitt wie ein Saum erscheint.

Hat man in Sublimatlösungen, Zenkerscher Flüssigkeit, oder dem Gilsonschen Gemisch (Alcohol-Chloroform-Eisessig) fixirt, so sind die Säume besser erhalten, als die hohen, homogenen Zellkuppen ohne Saum. Die Säume sehen, nach Einwirkung von Zenkerscher Lösung, leicht gestreift aus, an Präparaten aus Flemmingscher Lösung sind sie mehr homogen; zwischen den Zellen mit vollständigem Saum (Stadium a oder b) finden sich immer Zellen des Stadiums c vor, mit an den Rändern noch erhaltenem, in der Mitte zu einer hellen Kuppe gewordenem Saume.

Es handelt sich also um einen inneren, dem Lumen des Harncanälchens zugewandten Abschnitt des Zellprotoplasmas, der in verschiedener Weise ausgebildet sein kann, und bald als gestreifter oder homogener, dicker Saum, bald als ein homogener, heller Kegel erscheint. Keineswegs aber haben wir eine aus feinen starren Härchen bestehende Bildung vor uns, die dem Zellprotoplasma aufsitzt, selbst aber in ihrem Aussehen unveränderlich ist. Von dieser Annahme aber sind frühere Beobachter ausgegangen, und haben das beschriebene Gebilde für einen »Bürstensaum« erklärt. In neuester Zeit hat Sauer (1) das Urteil darüber, ob ein Fixirungsmittel für die Niere anwendbar sei, davon abhängig gemacht, dass der »Bürstensaum« auf allen Zellen in gleicher Weise vorhanden sei, und aus kurzen starren Härchen gebildet erscheine. Er hat seinen Untersuchungen nur Schnitte zu Grunde gelegt, die den Bürstenbesatz klar und deutlich vorhanden zeigen. In Wirklichkeit muss erst untersucht werden, ob immer der freie Abschnitt des Zellprotoplasmas wie ein Bürstensaum erscheint, oder ob er auch eine andere Structur besitzen kann. Die Annahme, dass ein Bürstensaum

vorhanden sein müsse, und dass sein Verschwinden nothwendig durch ein die Zelle schädigendes zerstörendes Fixirungsmittel herbeigeführt sei, ist ganz und gar willkürlich. Ich ziehe es vor, die Bezeichnung »Bürstensaum« zu ersetzen durch den Ausdruck »Zellkuppe«; dieser bezeichnet den das Lumen des Canälchens begrenzenden Theil des Zellenleibes, die Zellkuppe ist ein Stück Zellprotoplasma. Die Zellkuppe besteht aus hellem Protoplasma, der basale Zellabschnitt, der den Kern umgiebt, besteht dagegen aus dunklem, körnigen Protoplasma, und deshalb ist die Grenze beider Abteilungen des Zellenleibes oftmals als eine aus Körnchen bestehende Linie zu sehen. Hier stossen eben zwei verschieden structurirte Abschnitte des Zellenleibes an einander.

Die Zellkuppe ist von variabler Höhe, und erscheint niedrig oder hoch. Wenn niedrig, erscheint sie von parallelen Streifen durchzogen; das sind Protoplasmastructuren, und nicht etwa Cilien. Der freie Rand der Zelle läuft über das freie Ende dieser scheinbaren Härchen hinweg, und begrenzt das Lumen unmittelbar.

Ich bin der Ansicht, dass die Volumsveränderungen der Zellkuppe, und damit das verschiedene Aussehen derselben, bedingt werden durch Quellung. Diese erfolgt während der Secretion; sie bewirkt, unter Volumszunahme, ein homogenes Aussehen; ist die Quellung noch nicht vollendet, so kann ein Abschnitt der Zellkuppe homogen, ein andrer gestrichelt, structurirt erscheinen. So erklären sich die Bilder, die eine kegelförmige Zellkuppe zeigen, an ihrer Basis noch von einem Saum bedeckt, der zugeschärft in den homogenen Abschnitt übergeht. Da unmittelbar neben derartig aussehenden Zellen solche liegen, die einen parallel gestreiften Saum besitzen, so ist nicht anzunehmen, dass das angewandte Fixirungsmittel einzelne Zellen theilweise zerstört, und den »Bürstensaum« zerrissen habe. Auf alle Zellen in den Canälchen hat das Fixirungsmittel gleichzeitig, in derselben Concentration eingewirkt; wären die Zellen verändert worden, so hätte die Veränderung alle Zellen eines

Canälchens treffen müssen. Die von Sauer gegebene Erklärung, es handle sich unter Einfluss der Fixirungsmittel, um ein Austreten von Eiweisstropfen aus einzelnen Zellen, wobei der Bürstensaum zerreisse, trifft nicht zu. Dagegen spricht schon das Verhalten der Zellgrenze, und die Zuschärfung des Saumes, während seine Streifung sich allmählich verwischt. Ausserdem muss man fragen: warum treibt das Fixirungsmittel nur aus einzelnen Zellen Tropfen heraus, aus anderen nicht? Schliesslich findet man wie schon erwähnt wurde, Zellen mit kegelförmigen Zellkuppen an Schnitten durch ganz frische Nieren, die ohne Zusatz beobachtet werden.

Die Zellkuppe kann, wenn sie wenig gequollen und niedrig ist, gefärbt werden durch Haematoxylin in Verbindung mit Phosphormolybdänsäure, nach dem von Mallory (2) angegebenen Verfahren; auch durch Säure-Rubin, in wässriger oder Alkoholischer Lösung, lässt sich die Kuppe darstellen. Der aus wirklichen kurzen Härchen bestehende Besatz der Epithelzellen des Dünndarms färbt sich nach dieser Behandlung nicht, was mit dem Unterschied zusammenhängt, der zwischen einem wirklichen »Bürstenbesatz« und einem besonders gebauten Abschnitt des Zellenleibes selbst besteht.

Die verschiedenen Formen der Zellkuppe beruhen nicht auf der Wirkung von Fixirungsmitteln, sondern sie bestehen schon während des Lebens, und werden durch Flemmingsche, Zenkersche, Gilsonsche Lösung annähernd gleich gut conservirt. Der »Bürstenbesatz« ist nur *eine*, aber nicht die *einzige* Form, unter welcher die Zellkuppe erscheint.

2. Über die Nerven der Nierenrinde.

Gustav Retzius (3) und Kölliker (4) haben vermittelst der Methode von Golgi Nervenfasern in der Niere dargestellt. Sie fanden, dass die Nerven mit den Gefässen eintreten, und diesen durchweg folgend in die Rinde gelangen. Die Arterien werden von Nervengeflechten umsponnen, und diese setzen sich, die Vasa afferentia umgebend, bis zu den Glomerulis fort. Die

Nervenfasern sind marklos; es scheint, dass sie nur für die Gefässwände bestimmt sind.

Mir ist an der Niere einer erwachsenen Maus eine ziemlich vollständige Färbung der Nerven durch die Methode von Golgi gelungen; in dieser Niere fanden sich neben zahlreichen Nervengeflechten um Arterien und Vasa afferentia, die genau den von Retzius abgebildeten Plexus gleichen, auch Nervengeflechte vor, die sicher den Rindencanälchen angehören und hier und da Fasern abgeben, die an der Wand der Canälchen endigen. Es sind weitmaschige Geflechte feiner Fasern, die von den arteriellen Plexus abgehen, in die Rinde eintreten, und einzelne Rindencanälchen umspinnen. Ein derartiges Geflecht wurde von 2 längslaufenden Fasern formirt, indem diese in kurzen Abständen unter rechtem Winkel Zweige abgaben, die das Rindencanälchen umfassten. Man sieht das Rindencanälchen von nervösen Ringen umgeben, die in gleichen Abständen einander folgen.

Eine jede Ringfaser teilt sich dichotomisch; die beiden Teilungsäste laufen den Canälen entlang, und enden in zwei kurze Zweige, deren jeder mit einem Knöpfchen dem Canälchen unmittelbar anliegt. Auf Querschnitten solcher umsponnener Canälchen liegt der nervöse Ring unmittelbar auf der Membrana propria, vielleicht auch innerhalb derselben.

Von den Geflechten um die vasa afferentia herum unterscheiden sich die Geflechte, die die Harncanälchen umgeben, durch ihre viel weiteren Maschen, sie sind eben bedeutend ärmer an Nervenfasern, und die Verästlung der Fasern selbst ist weniger reichlich. Ich habe derartige Geflechte selten angetroffen; vielleicht beruht das darauf, dass sie sich schwieriger imprägniren, als die periarteriellen Plexus.

Ausser diesen Geflechten um die Rindencanälchen fanden sich auch einzelne Nervenfasern in der Nierenrinde vor, die nicht zu Gefässflechten gehörten; möglicherweise waren das einzelne gefärbte Fasern eines circumtubulären Geflechtes. Innerhalb der Marksubstanz der Niere wurden keine Nervenfasern gefunden; v. Kölliker hat dort vereinzelte Nervenzweige angetroffen.

3. Das interstitielle Gewebe der Niere.

Das interstitielle Bindegewebe oder Stroma ist bei den Nieren Erwachsener nur spärlich vorhanden; es ist in Begleitung der grösseren Gefässe anzutreffen, ferner in der Marksubstanz und schon Henle (5) hat angegeben, dass in der Marksubstanz der Niere das Stroma aus feinen Fasern besteht, welche die Sammelröhren ringförmig umgeben. Von dem interstitiellen Gewebe trennte man damals die für strukturlos gehaltene Wand der Harncanälchen ab, wenn auch bekannt war, dass an der Spitze der Papillen die grossen Sammelröhren keine eigene Wand haben und dass das Epithel derselben direkt dem Stroma aufsitzt. Erst Mall (6) ist es gelungen, durch Verdauung mit Pankreatin aus Nierenschnitten sämtliche Gewebe mit Ausnahme des Stromas zu entfernen, und das Stroma selbst durch Färbung deutlich zu machen; er fand dass »das ganze Gewebe mit Einschluss der Basalmembranen, von der Kapsel bis zum Becken eine einzige Masse anastomosirender Fibrillen ist.« Da Mall durch Kochen aus der Niere keinen Leim erhielt, rechnet er das interstitielle Gewebe dieses Organs zum reticulären Gewebe.

Die Verdauung ist immerhin eine so eingreifende Behandlung, dass die mit ihrer Hülfe gewonnenen Resultate einer Bestätigung durch andere Untersuchungsmittel bedürfen. Das hat Rühle (7) unternommen; es ist ihm gelungen, an feinen Schnitten gut conservierter Nieren die Fasern des Stroma durch Färbung sichtbar zu machen. Derartige Präparate zeigen das Stroma genau so wie verdaute Schnitte, und besonders lassen sie erkennen, dass die Membrana propria der Harncanälchen aus feinen Fasern besteht, die mit den Fasern des interstitiellen Gewebes überall zusammenhängen.

Mir ist der Versuch, durch Imprägnation mit Silber das Nierenstroma zur Anschauung zu bringen, an den Nieren einer erwachsenen Ratte gelungen; die Nieren wurden, nach der Vorschrift von Kopsch (8) 24 Stunden in ein Gemisch von Kal. bichrom. und Formol, 48 Stunden in Kal. bichrom., dann 3 Tage in $^{3}/_{4}$ % Silberlösung eingelegt und dieses Verfahren 2 mal wiederholt.

An vielen Stellen dieser Niere, besonders aber in der Rinde war das Stroma schwarz gefärbt. Die zelligen Elemente wurden an den 25 μ dicken Schnitten, die nach dem Verfahren von Kallius (9) reduciert waren, mit Boraxcarmin gefärbt, so dass die Lage der Elemente des Stroma zu den Harncanälchen gut beurteilt werden konnte.

Die Silberimprägnation zeigt das Nierenstroma als ein Netzwerk feiner Fasern. Die Netze liegen in den Wänden der Harncanälchen, ferner zwischen denselben. In der Wand der Harncanäle sind die Netze ausserordentlich engmaschig; die Maschen sind meist polygonal. Die Fasern sind meistens sehr fein, aber von ungleicher Stärke. Manchmal ist die Wandschicht eines Harncanälchens von ringförmigen Fasern gebildet, die durch viele feine Längsfäden verbunden werden; an anderen Stellen ist die Anordnung der Fasern weniger regelmässig, indem längslaufende, ringförmig und schräg ziehende stärkere Fasern überall durch feine Ausläufer mit einander verbunden sind.

Die Bowman'schen Kapseln sind aus sehr feinen Fasern gebildet; die Anfangsstücke der Rindencanälchen, die von den Kapseln ausgehen, zeigen in ihrer Wand Netze sehr feiner Fasern mit relativ weiten Maschen.

Das gesammte interstitielle Gewebe geht aus von der Adventitia der Blutgefässe. Diese enthält sowohl sich einfach kreuzende, als auch durch Ausläufer verbundene Fasern; ausserdem elastische Netze. Von der äusseren Lage der Adventitia geht ein ausschliesslich aus anastomosirenden Fasern gebildetes Netz in die Rinde und das Mark hinein. Die Gefässe erscheinen auf diese Weise als die Träger des gesammten Netzwerks der Niere.

Nun ist die Thatsache, dass durch Maceration in starken Mineralsäuren die Harncanälchen nebst ihrer Wandung sich isoliren lassen, wohl dadurch zu erklären, dass das Stroma zwischen den Harnkanälchen leichter zerstörbar ist als in deren Wand, aber es muss betont werden, dass die Wände der Harncanälchen immer vollständig, niemals durchbrochen erscheinen.

Man erhält durch Isolierung oft Canälchen, aus denen das Epithel eine Strecke weit herausgefallen ist; die Wandschicht erscheint immer wie ein homogenes Rohr, ohne Lücken. Färbt man durch Salzsäure isolirte Harn-Canälchen, nach Auswaschen in Wasser, mit Eosin, so werden die »membranae propriae« roth; die Färbung ist eine ganz gleichmässige, niemals sieht man einzelne gefärbte Fäden und Netze, das spricht dafür, dass die Maschen des Netzwerks in der Canalwand ausgefüllt werden durch eine Kittsubstanz. Diese kann man zugleich mit den Fäserchen nicht darstellen, entweder färbt man die Fasern, oder, mit Eosin, die verbindende Substanz. Durch Verdauung wird die Kittmasse gelöst, durch starke Mineralsäuren allein aber nicht. Wäre keine Kittsubstanz vorhanden, so müsste man das Netzwerk in der Wand der Harncanälchen an frischen Präparaten ohne Färbung schon wahrnehmen können.

Litteratur.

1. *Sauer*, Neue Untersuchungen über das Nierenepithel uud sein Verhalten bei der Harnabsonderung. Arch. f. mikr. Anatomie u. Entwicklungsgesch. Bd. 46, 1895.
2. *Mallory,* Phospho-molybdic Acid Haematoxylon. Anatom. Anzeiger, Bd. 6, S. 375, 1891.
3. *G. Retzius,* Zur Kenntniss der Nerven der Milz und der Niere. Biolog. Untersuchungen, Bd. 3, 1892.
4. *v. Kölliker*, Die Nerven der Milz und der Nieren und die Gallenkapillaren. Sitzungsber. d. Phys.- Med. Gesellschaft zu Würzburg, 1893. II. v. 14. Januar.
5. *Henle,* Eingeweidelehre, II. Aufl., S. 332.
6. *Mall*, Das reticulierte Gewebe und seine Beziehungen zu den Bindegewebsfibrillen. Abhandl. d. k. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, Math.-Phys. Cl., Bd. 17, Nr. 4, 1891.
7. *Rühle,* Über die Membrana propria der Harnkanälchen und ihre Beziehung zu dem interstitiellen Gewebe der Niere. Arch. für Anatomie, 1897.
8. *Kopsch,* Erfahrungen über die Verwendung des Formaldehyds bei der Chromsilber-Imprägnation. Anatom. Anzeiger, Bd. 11. 1896.
9. *Kallius*, Ein einfaches Verfahren, um Golgi-Präparate f. d. Dauer zu fixiren. Anatom. Hefte, Bd. 2, 1893.

In derselben Sitzung (23. November 1898) berichtet Herr E. Nebelthau über

einen Bestandteil der grauen Substanz des Nervensystems:

Nach seinen Untersuchungen erweist sich die färbbare Substanz des Protoplasma der Nervenzellen in Schnitten, welche von gehärteten Rückenmarks- oder Gehirnstückchen der Taube oder des Meerschweinchens nach Nissl hergestellt waren, gegen Ammoniak (2,0 : 100,0) widerstandsfähiger als gegen Natronlauge (1,0 (einer 5% Lauge) : 100,0). Aqua destillata entzog den frischen Gehirn- und Rückenmarkstückchen äusserst langsam die Substanz, welche in Folge der Härtung in Alkohol das Material zum Zustandekommen der Nissl-Reaction abgiebt; durch Einwirkung von Soda (1,0: 1000,0) auf das frische Gewebe erfolgt rasche Lösung dieser Substanz, während eine Lösung der Nissl-Körper am gehärteten Präparat durch Soda angeführter Concentration kaum bewirkt wird.

Nach längerer, selbst tagelanger Einwirkung von ein Volumen $^0/_0$ Schwefelsäure auf die in Alkohol gehärteten Präparate werden die Nissl-Körper kaum verändert, wie es bereits im Allgemeinen Held von den Mineralsäuren angegeben hat; nur kann, wohl durch die Schrumpfung der Zellen, die Substanz der Nissl-Körper intensiver gefärbt erscheinen, als in der Norm.

Durch Behandlung (24 Stunden lang) von frischen Rückenmarks- oder Gehirnstückchen mit ein Volumen $^0/_0$ Schwefelsäure und durch nachträgliche Härtung derselben in 96 $^0/_0$ Alkohol werden mit Methylenblau Bilder erhalten, welche ebenfalls kaum von dem normalen Bilde der Nissl-Körper abzuweichen brauchen.

Gelegentlich beobachtet man auch hier, dass die färbbare Substanz des Protoplasma dunkler gefärbt erscheint als in der Norm und dass sich die Zwischensubstanz mehr oder weniger mitfärbt.

Bei dem erwähnten Verhalten der Nissl-Körper gegen Ammoniak war es naheliegend, daran zu denken, dass an dem Aufbau der Substanz, welche die Nissl-Körper liefert, eventuell histon- oder protaminartige Körper beteiligt seien.

Es wurden daher Gehirne von Kälbern, Rindern und Ochsen, sowie auch von Menschen auf diese Körper hin nach der Methode von Kossel verarbeitet.

Der erhaltene Körper ist in Wasser leicht löslich, schneeweiss und gab eine schwache Biuret- und Millonsche Reaktion.

Der Körper wurde aus seiner wässerigen Lösung, die sauer reagierte, durch Ammoniak gefällt und blieb im Ueberschuss des Reagenz ungelöst, auf Zusatz von Natronlauge oder Natriumcarbonat fiel ein Teil des Körpers aus, löste sich aber im Ueberschuss der Reagentien.

Durch Zusatz von Eiweisslösung, (d. h. in Wasser gelöstes Wittesches Pepton), wurde in der wässerigen Lösung ein Niederschlag erzeugt, der sich bei Zusatz von Ammoniak nicht löste.

Die weitere Zerlegung des Körpers, welche nach den Methoden von Kossel im physiologischen Institut ausgeführt wurde, liess im Zusammenhang mit den angeführten Reaktionen zunächst die Annahme berechtigt erscheinen, dass derselbe vielleicht den histonartigen Körpern zuzurechnen ist. Ueber die Resultate dieser Untersuchungen wird später berichtet.

Nachdem diese Verhältnisse festgestellt, war die nächste Aufgabe, möglichst die Muttersubstanz des Körpers aus dem Gehirn darzustellen, aus welcher der soeben beschriebene histonartige Körper durch Schwefelsäure abgespalten wird.

Gefällt wird die Muttersubstanz mit anderen Körpern, so den Globulinen (Halliburton), aus dem wässerigen Auszug des Gehirns durch ganz geringe Mengen Essigsäure. Der Nachweis, dass in diesem Niederschlag die Muttersubstanz des histonartigen Körpers enthalten ist, wurde durch die Darstellung desselben aus dem Niederschlage nach der genannten Methode erbracht.

Durch Zusatz von Essigsäure im Ueberschuss zum wässerigen Auszug des Gehirn geht ein Theil der Eiweisskörper in Lösung und es setzt sich nach längerem Stehen ein Niederschlag ab, der einen Körper enthält, welcher in Soda löslich und durch Essigsäure gefällt werden kann. Auf Zusatz von ein Volumen % Schwefelsäure zu seiner Lösung in Soda entsteht eine Trübung. Er verhält sich wie ein Nucleoproteid, ähnlich dem von Kossel und Lilienfeld, aus den weissen Blutkörperchen dargestellte Leukonuklein oder Nukleohiston.

Da sich die färbbare Substanz das Protoplasma selbst nicht aus Protamin oder Histon bestehend ergab, so ist die stärkere Widerstandsfähigkeit gegen Ammoniak als gegen Natronlauge im gehärteten Präparat zunächst nicht vollständig erklärt. Indessen ist wohl zu berücksichtigen, dass durch die Härtung in Alkohol die Lösungsverhältnisse complicierter Eiweisskörper im Schnittpräparat verändert sein können; auch das Verhalten der umgebenden Substanz kann hier von Einfluss sein.

Durch getrennte Verarbeitung der weissen und grauen Substanz konnte festgestellt werden, dass der histonartige Körper fast ausschliesslich aus der grauen Substanz abgespalten wurde.

Auf die Giftigkeit des Histons ist bereits von H. Kossel hingewiesen worden.

Die Giftprüfung meines histonartigen Körpers am Meerschweinchen ergab als sicher tötliche Dosis 1 g = 800 M. Die Tiere gingen nach dieser Dosis in einer Stunde unter dem Anzeichen der Atemnot zu Grunde. Die Sektion ergab ein blutig seröses Exsudat an der Injektionsstelle und im Peritoneum. Die Dosis, welche von den Meerschweinen vertragen wurde, betrug 0,025 gr. auf 100 gr. M.

Von Wassermann und Takaki wurde kürzlich angegeben, dass das Centralnervensystem tetanusantitoxische Eigenschaften besitze.

Freund, Gross und Jelinek wollen vom Histon eine Diphteriegift abschwächende Wirkung am Meerschweinchen sowohl im Mischungsversuch als auch bei getrennter Einspritzung von Gift und Histon beobachtet haben.

Es lag daher nahe, den histonartigen Körper auf sein Verhalten zum Tetanusgift zu prüfen. Nach Mischung des Körpers mit Tetanusgift im Reagenzglase konnte eine giftabschwächende Eigenschaft desselben beobachtet werden und zwar vermochte derselbe etwa die 4—6 fache tötliche Minimaldosis des Tetanusgift unschädlich zu machen.

Bei getrennter subcutaner Injection von Körper und Gift konnte dagegen keine giftzerstörende Eigenschaft festgestellt werden.

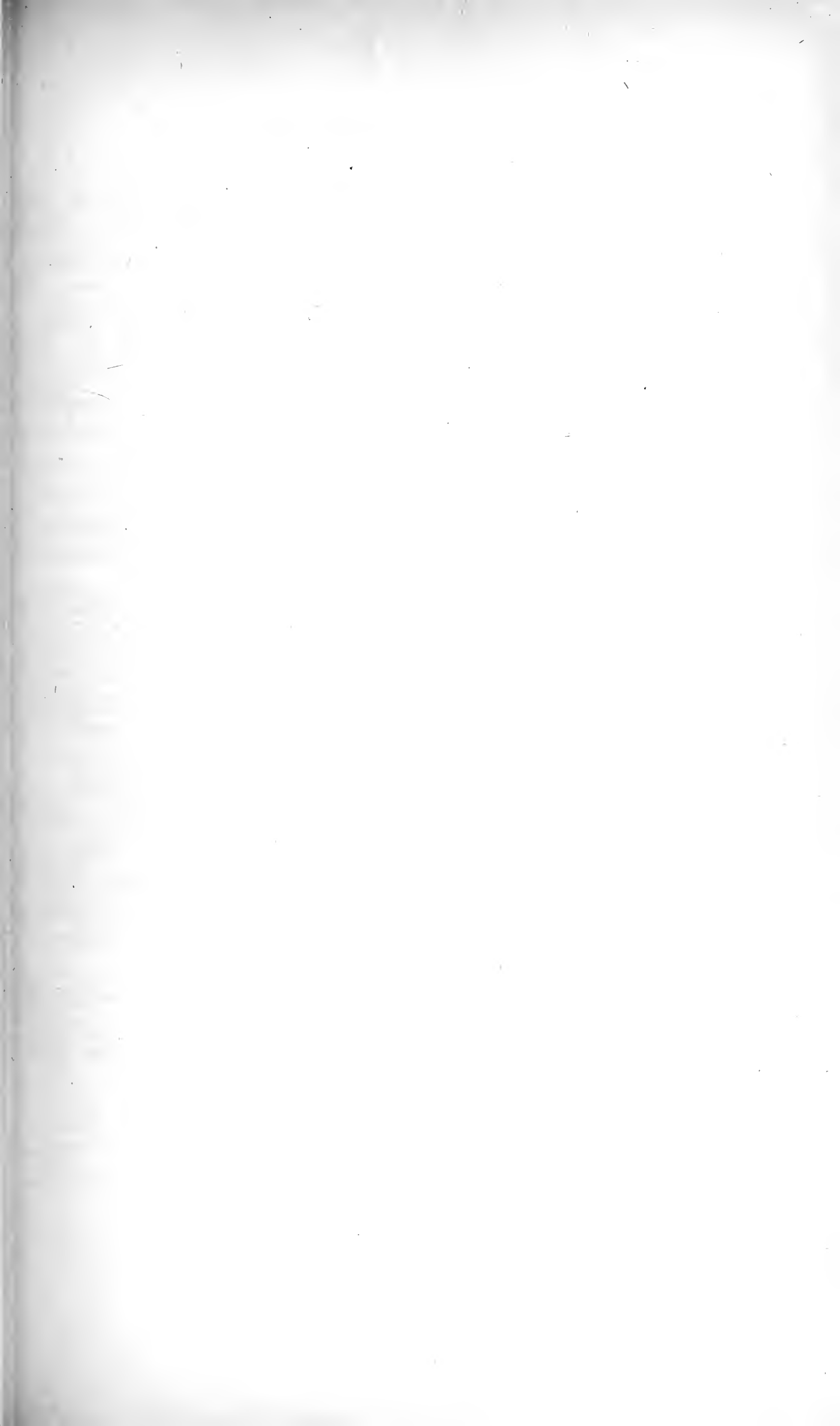
In demselben Sinne erwies sich als giftabschwächend eine wässerige Aufschwemmung des Niederschlages, welcher durch Ansäuren mit Essigsäure aus dem wässerigen Gehirnauszug erhalten war, und ein histonartiger Körper, welcher nach der erwähnten Methode von Kossel aus Thymus gewonnen war.

Da ich an der Auffassung, dass es sich hier um eine antitoxische Wirkung handle, Zweifel hegte, so bat ich Herrn Geheimrat Behring um die Beurteilung der Beobachtung. Bei der Prüfung im Behringschen Institut, welche von Herrn Kitaschima und Dr. Ruppel ausgeführt wurde, ergab sich zunächst insofern eine Bestätigung meiner Versuche, als festgestellt werden konnte, dass der Körper eine etwa zwölffache Abschwächung des Tetanusgiftes bei der Mischung im Reagenzglase hervorzurufen vermochte.

Ferner aber zeigte es sich, dass nach Neutralisierung der dem basischen Körper anhaftenden Säure, welche Herr Dr. Ruppel mit Soda vornahm, die Abschwächung des Tetanusgiftes nicht mehr nach subcutaner Injektion am Meerschweinchen constatiert werden konnte, allerhöchstens eine geringe Verlängerung des Incubationsstadiums.

Nachdem sich somit ergeben, dass die Abschwächung des Tetanusgiftes in meinen Versuchen auf den sauren Eigenschaften des Präparates beruht und nicht ohne Weiteres als giftbindende Wirkungen des Eiweissanteils betrachtet werden darf, liess sich die Wirkung des Niederschlages, welcher durch Essigsäurezusatz aus dem Wasserauszug des Gehirns gewonnen war, auf dieselbe Ursache zurückführen.

Ob auch die sauere Reaction der grauen Substanz des Gehirns für die giftabschwächende Wirkung desselben von Bedeutung ist, würde nach dem Gesagten wohl zu erwägen sein.



Sitzungsberichte

der

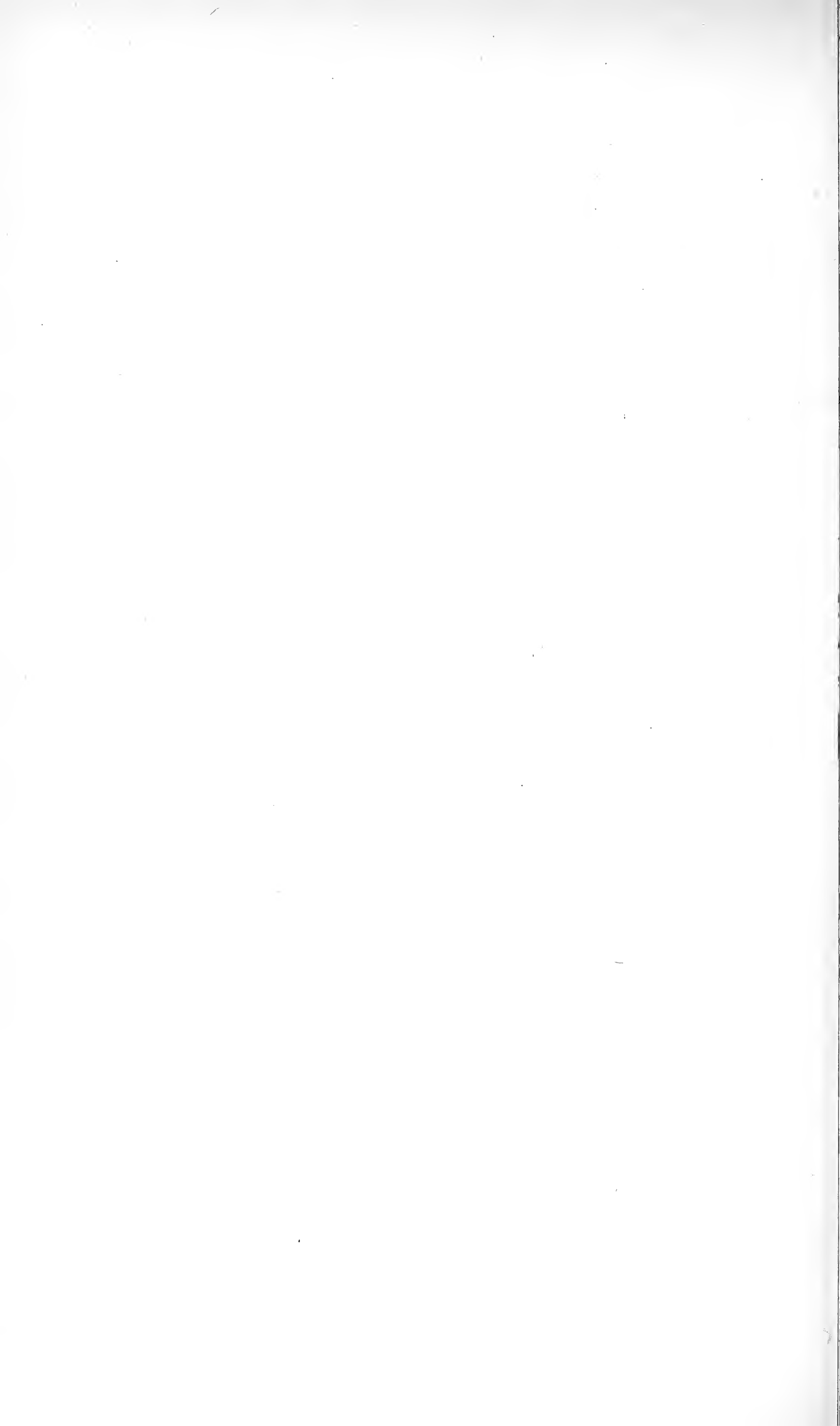
Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Jahrgang 1899.

MARBURG.
Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).
1900.



Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Jahrgang 1899.

MARBURG.
Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).
1900.



Inhalts-Angabe.

Verzeichniss der Mitglieder*)

(am Schluss des Jahres 1899).

Ehrenmitglieder.

v. Kölliker, Albert, Dr. med., o. Prof. der Anatomie, wirkl. Geheimrath, Würzburg	6. 7. 97.
Virchow, Rudolf, Dr. med., o. Prof. der pathologischen Anatomie, Geh. Med.-Rath, Berlin	1. 11. 97.
Retzius, Gustav, Prof. emerit. der Anatomie, Stockholm	18. 1. 99.

Einheimische Mitglieder.

A. Ordentliche.

Ahlfeld, Friedrich, Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rath	11. 7. 83.
Bauer, Max, Dr. phil., o. Prof. d. Mineralogie, Geh. Reg.-Rath	11. 3. 85.
Behring, Emil, Dr. med., o. Prof. d. Hygiene, Geh. Med.-Rath	15. 5. 95.
Brauer, August, Dr. phil., Priv.-Doc. d. Zoologie	17. 5. 99. (17. 6. 96.)
Disse, Joseph, Dr. med., a.o. Prof. d. Anatomie u. Prosector	13. 11. 95.
Feussner, Wilhelm, Dr. phil., a.o. Prof. der Physik	14. 7. 81. (10. 6. 69.)
Fischer, Theobald, Dr. phil., o. Prof. der Geographie	28. 11. 83.
Gasser, Emil, Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Geh. Med.-Rath	27. 1. 88. (16. 7. 74.)
Hess, Edmund, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik	21. 6. 78. (16. 7. 74.)
Hess, Karl, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie	11. 11. 96.
v. Heusinger, Otto, Dr. med., a.o. Prof. der gerichtl. Med., Geh. San.-Rath	16. 5. 66. (25. 4. 60.)
Kayser, Emanuel, Dr. phil., o. Prof. der Geologie	13. 1. 86.
Kohl, Friedrich Georg, Dr. phil., a.o. Prof. der Botanik	13. 11. 95. (6. 8. 84.)
Korschelt, Eugen, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie	26. 7. 93.

*) Die Daten bedeuten den Tag der Ernennung, die in Parenthese gesetzten Daten den Tag der Ernennung zum ausserordentlichen Mitglied.

Kossel, *Albrecht*, Dr. med., o. Prof. der Physiologie . . . 15. 5. 95.
Krehl, *Ludolf*, Dr. med., o. Prof. d. inn. Medicin . . . . 8. 11. 99.
Küster, *Ernst*, Dr. med. o. Prof. d. Chirurgie, Geh. Med.-Rath 4. 11. 91.
Lahs, *Heinrich*, Dr. med., a.o. Prof. der Gynäkologie . . . 13. 1. 75.
(16. 2. 70.)
Mannkopff, *Emil*, Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., Geh. Med.-Rath 8. 5. 67.
Marchand, *Felix*, Dr. med., o. Prof. der path. Anat., Geh. Med.-Rath . . . . 28. 11. 83.
Meyer, *Hans*, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie . . . 11. 3. 85.
Meyer, *Arthur*, Dr. phil., o. Prof. der Botanik . . . . . 4. 11. 91.
Melde, *Franz*, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Geh. Reg.-Rath 4. 5. 64.
(12. 6. 60.)
Nebelthau, *Eberhard*, Dr. med., a.o. Prof. der inneren Med. 26. 4. 98.
(15. 5. 95.)
Ostmann, *Paul*, Dr. med., a.o. Prof. der Otologie . . . . 13. 11. 95.
Rathke, *Bernhard*, Dr. phil., a.o. Prof. der Chemie . . . . 14. 3. 84.
Schmidt, *Ernst*, Dr. phil., o. Prof. der pharmaceut. Chemie, Geh. Reg.-Rath . . . . 11. 3. 85.
Schottky, *Friedrich*, Dr. phil.. o. Prof. der Mathematik . . 15. 5. 95.
Tuczek, *Franz*, Dr. med., o. Prof. der Psychiatrie . . . . 15. 5. 95.
(14. 3. 90.)
Zincke, *Theodor*, Dr. phil., o. Prof. d. Chemie, Geh. Reg.-Rath. 13. 1. 76.

B) Ausserordentliche.

Bonhoff, *Heinrich*, Dr. med., a.o. Prof. der Hygiene . . . 8. 11. 99.
Buchholz, *Albert*, Dr., med, Priv.-Doc. der Psychiatrie . . 8. 12. 97.
Dietrich, *Theodor*, Dr. phil., Prof., Director d. landwirthschaftl. Versuchsstation . . . . 15. 1. 96.
v. Drach, *Alhard*, Dr. phil., a.o. Prof. der Mathematik . . 11. 7. 66.
Enderlen, *Eugen*, Dr. med., a.o. Prof. der Chirurgie . . . 10. 2. 97.
Fritsch, *Paul*, Dr. phil., Prof., Priv.-Doc. der Chemie . . . 24. 4. 96.
Gadamer, *Johannes*, Dr. phil., Priv.-Doc. d. pharmaceut. Chemie 9. 3. 98.
Kühne, *Fritz*, Privat-Docent der Gynäkologie . . . . . 8. 2. 99.
Kutscher, *Friedrich*, Dr. med., Assistent am physiol. Institut 16. 2. 98.
Lotz, *Heinrich*, Dr. phil. . . . . 13. 12. 99.
Meisenheimer, *Johannes*, Dr. phil., Priv.-Doc. der Zoologie 16. 2. 98.
Noll, *Alfred*, Dr. med. . . . . 16. 2. 98.
Ochsenius, *Carl*, Dr. phil., Consul a. D. . . . . 28. 6. 77.
Plenge, *Enriquez*, Dr. med., Assistent am physiol. Institut 17. 5. 99.
Ransom, *Frederick*, Dr. med. . . . . 7. 3. 99.
Saxer, *Franz*, Dr. med., Priv.-Doc. der path. Anat. . . . 17. 11. 96.
Schaum, *Carl*, Dr. phil., Priv.-Doc. der Chemie . . . . . 11. 8. 97.
chenck, *Rudolf*, Dr. phil., Priv.-Doc. d. Chemie Abtheilvorst. am chemischen Institut . . . . 11. 8. 97.

v. Schmidt, Carl, Dr. phil., Prof. em. der Chemie . . . . 21. 3. 79.
Schwantke, Arthur, Dr. phil., Assistent am mineral. Institut 21. 6. 99.
Tönniges, Carl, Dr. phil. Assistent am zoolog. Institut . . 16. 2. 98.
Weidenmüller, Carl, Dr. phil., Gymn.-Oberlehrer, Prof. . . 14. 4. 82.
Zumstein, Jacob, Dr. med., Priv.-Doc. der Anatomie, Prof., 2. Prosector . . . . 16. 2. 98.

Auswärtige Mitglieder.*)

Axenfeld, Theodor, Dr. med., o. Prof. d. Ophthalmologie, Rostock (15. 1. 96.)
Barth, Adolf, Dr. med., a.o. Prof. der Otologie Leipzig . . 4. 11. 91.
Barth, Arthur, Dr. med., Prof., Oberarzt, Danzig . . . . (13. 11. 95.)
Böhm, Rudolf, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Geh. Med.-Rath, Leipzig . . . . 20. 5. 81.
Braun, Ferdinand, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Strassburg (8. 2. 78.)
Braun, Heinrich, Dr. med., o. Prof. der Chirurgie, Geh. Med.-Rath, Göttingen . . . . 14. 3. 90.
Brauns, Reinhard, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Giessen (27. 1. 88.)
v. Büngner, Otto, Dr. med., Prof., Dir. d. Landkrankenh. Hanau (1. 5. 92.)
Busz, Carl, Dr. phil., a.o. Prof. der Mineralogie, Münster . (19. 6. 95.)
Debus, Dr. phil., Prof. Cassel . . . . (16. 11. 59.)
Dohrn, Rudolf, Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rath, Kiel . . . . 10. 2. 64.
Falk, Ferdinand, August, Dr. med., a.o. Prof. der Pharmakologie, Kiel . . . . 28. 4. 75.
Fraenkel, Karl, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Halle . . . 4. 11. 91.
Fürstenau, Eduard, Dr. Phil., Stadtschulrath, Berlin . . . (25. 4. 60.)
Goebel, Karl, Dr. phil., o. Prof. der Botanik, München . . 27. 1. 88.
Heine, Leopold, Priv.-Doc. der Opthalmologie, Breslau . . (18. 1. 99.)
Hermann, Theodor, Dr. phil., Hanau . . . . (2. 7. 68.)
v. Koenen, Adolf, Dr. phil., o. Prof. der Geologie, Geh. Reg.-Rath, Göttingen . . . . 28. 4. 75.
Küster Fr. Wilh., Dr. phil., o. Prof. d. Chemie, Klausthal . (26. 7. 93.)
Mannel, Gottfried, Dr. med., Geh. Hofrath, Arolsen . . . (31. 8. 64.)
Müller, Friedrich, Dr. med., o. Prof. d. inn. Medicin, Basel 26. 7. 93.
Pfannkuch, Wilh., Dr. med., pract. Arzt, Cassel . . . . . (17. 1. 72.)
Pfeffer, Wilhelm, Dr. phil., o. Prof. der Botanik, Geh. Hofrath, Leipzig . . . . (27. 4. 71.)
**Philippi,* Dr. phil., Santiago (Chile.) . . . . 4. 11. 41.
Plate, Ludwig, Dr. phil., Priv.-Doc. der Zoologie, Prof., Berlin (27. 1. 88.)

---

*) Die mit einem * bezeichneten sind correspondirende, die sämmtlichen übrigen ehemalige einheimische Mitglieder.

**Rehn*, *Joh. Heinrich*, Dr. med. San.-Rath, Frankfurt. a. M.	26. 11. 80.
Rein, *Johannes*, Dr. phil., o. Prof. der Geographie, Geh. Reg.-Rath, Bonn	1. 12. 76.
Rost, *Eugen*, Dr. med., Hülfsarbeiter am Reichs-Gesundheitsamt, Berlin	(16. 2. 98)
Rubner, *Max*, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Geh. Med.-Rath, Berlin	13. 1. 86.
Rumpf, *Theodor*, Dr. med., Prof., Dir. des neuen allgemeinen Krankenhauses, Hamburg-Eppendorf	14. 3. 90.
Schell, *Wilhelm*, Dr. phil., Prof. der Mathematik, Geh. Hofrath, Karlsruhe	29. 4. 57. (13. 2. 56.)
Schmidt-Rimpler, *Hermann*, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie, Geh. Med.-Rath, Göttingen	15. 11. 71.
Schneider, *Justus*, Dr. med., San.-Rath, Dir. des Landkrankenh. Fulda	(12. 12. 66.)
Schottelius, *Max*, Dr. med., o. Prof. d. Hygiene, Freiburg. i B.	(11. 7. 79.)
Siemens, *Friedrich*, Dr. med., Geh. Med.-Rath, Dir. d. Landes-irrenanstalt Lauenburg i. P.	(19. 12. 79.)
v. Sobieransky, *Wenzel*, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Lemberg	(19. 6. 95.)
**Speck*, *Carl*, Dr. med., San.-Rath, Kreis-Physik., Dillenburg	5. 4. 71.
Strahl, *Hans*, Dr. med., o. Prof. der Anatomie, Giessen	27. 1. 88. (14. 12. 80.)
Study, *Eduard*, Dr. phil., o. Prof. d. Mathematik, Greifswald	(14. 3. 90.)
Uhthoff, *Wilhelm*, Dr. med., o. Prof. d. Ophthalmologie, Breslau	4. 21. 91.
Weber, *Heinrich*, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Reg.-Rath, Strassburg	11. 3. 85.
**Weiss*, *Otto*, Salinen-Director, Geh. Bergrath, Nauheim	(16. 5. 72.)
Wernicke, *Erich*, Dr. med., Prof., Director des hygien. Instituts in Posen	16. 2. 98. (10. 2. 97.)
Wüllner, *Adolf*, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Geh. Reg.-Rath, Aachen	(8. 12. 58.)

Der Vorstand.

F. Marchand, Vorsitzender. *O. v. Heusinger*, Ständiger Schriftführer.

Engerer Ausschuss.

E. Hess, Stellvertretender Vorsitzender, *M. Bauer*, *E. Kayser*.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 1 | **Januar** | **1899**

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 18. Januar 1899 sprach (mit Demonstrationen) Herr C. Tönniges:

Zur Organbildung von Paludina vivipara mit besonderer Berücksichtigung des Pericardiums, des Herzens und der Niere.

Diese vorläufige Mittheilung bildet die Fortsetzung des ersten Theiles meiner Untersuchungen über die Entwicklung von *Paludina vivipara*. Sie enthält die Differenzirung des mittleren Blattes und der aus ihm entstehenden Organe, des Pericards und des Herzens, fernerhin im Zusammenhang damit die der Niere und der Geschlechtsorgane.

Der im ersten Theil bereits eingehend beschriebene Ursprung des Mesoderms wurde nochmals nachuntersucht. Die Untersuchung ergab das gleiche, bereits früher festgestellte Resultat. Die Bildung der mittleren Schicht findet bei *Paludina vivipara* weder durch Auftreten von Urmesodermzellen noch durch Bildung eines von der Urdarmwand sich ausstülpenden Coelomsackes statt, sondern erfolgt kurz nach Ausbildung der Gastrula durch Auswanderung von Ektodermzellen an einer beschränkten Stelle der ventralen Wand des Embryos, welche der Verschlussstelle des Blastoporus entspricht. Die auf diese Weise sich bildende einheitliche, ventrale Mesodermmasse,

die den »Mesodermstreifen« der Autoren entspricht, löst sich kurze Zeit nach ihrer Bildung von vorn nach hinten vollständig auf, ohne dass es auch nur vorübergehend zur Bildung einer secundären Leibeshöhle gekommen wäre.

Paludina weist sowohl im Verlauf ihrer Furchung wie ihrer Organbildung, wie wir sehen werden, sehr ursprüngliche Verhältnisse auf, so dass es wahrscheinlich ist, dass auch der Ursprung des Mesoderms derartig aufgefasst werden muss. Wie Ziegler[1]) bereits erwähnt, braucht der ursprüngliche Verlauf der Mesodermbildung durchaus nicht durch Abfaltung von der Urdarmwand als Enterocoel entstanden zu sein, sondern man wird von allgemeinerem Standpunkte die Entstehung des mittleren Blattes auf die Einwanderung von Zellen am Blastoporusrande des Embryos zurückzuführen haben, woraus dann einerseits das Auftreten von Urmesodermzellen, andererseits die Enterocoelbildung abgeleitet werden kann. Im ersteren Falle geschieht die Bildung von Urmesodermzellen durch frühzeitige Sonderung derselben aus der Zone der Bildungszellen des Blastoporusrandes. Bei der Enterocoelbildung findet das umgekehrte Verhalten statt. Die zukünftigen Mesodermzellen bleiben länger als wie gewöhnlich im Zellverbande liegen, werden bei der Gastrulation mit eingestülpt und müssen, da sie sich erstens zahlreich vermehrt haben und zweitens im festen Zellverbande liegen, durch Abfaltung vom Urdarm aus entstehen. Organanlagen können z. B. häufig durch frühzeitige Sonderung einiger weniger Zellen gebildet werden. Um ein analoges Beispiel anzuführen, entsteht bei Lumbricus nach Wilson das Bauchmark aus zwei frühzeitig auftretenden Blastomeren, welche am Blastoporusrande unter das Ektoderm treten und in zwei nach vorn ziehende Zellstreifen auswachsen; gewöhnlich bildet sich bei den übrigen Annulaten dasselbe

---

1) Ziegler. Ueber den derzeitigen Stand der Cölomfrage. Verhandl. d. Deutsch. Zool. Gesellsch. 1898.

jedoch durch Auswanderung zahlreicher Ektodermzellen der späteren Embryonalstufen. Ein ähnliches Verhalten zeigt das Mesoderm bei *Paludina vivipara.* Es entsteht gewöhnlich in der Gruppe der Gastropoden durch frühzeitige Sonderung zweier Zellen, der sog. Urmesodermzellen. Bei *Paludina* bleiben diese Zellen länger im Zellverbande und rücken späterhin in grösserer Menge in die Furchungshöhle. Ich halte diesen Fall für primitiver, da auch, wie wir nachfolgend sehen werden, die weitere Differenzirung des Mesoderms als sehr ursprünglich bezeichnet werden muss.

Nachdem der Embryo sein Trochophorastadium durchlaufen und die typischen Molluskencharaktere wie Fuss- uud Schalendrüse zur Entwicklung gebracht hat, beginnt die Anlage der Organe des sog. mittleren Blattes. Der Embryo hat durch ein, wenn auch geringes Wachsthum der hinteren Körperparthie, eine beinahe wurmförmige Gestalt angenommen, wenn auch an der Ventralseite der ziemlich stark entwickelte Fuss vorspringt. Am Vorderende liegt der Mund und am Hinterende genau in der Mittellinie, also noch vollständig symmetrisch, der After. Der Darm zieht als geradegestrecktes Rohr durch die primäre Leibeshöhle, deren Inneres von Mesenchymzellen durchsetzt ist. Auf diesem Stadium lassen sich im Hinterende des Embryos zwei Zellenanhäufungen in der Leibeshöhle unterscheiden. Sie liegen der Ektodermwand dicht an und entstehen, wie Schnitte beweisen, aus dieser durch Zellauswanderung. Es wiederholt sich also bei der Anlage dieser beiden Zellhäufchen genau derselbe Process der Zellauswanderung aus dem Ektoderm wie bei der Anlage des übrigen Mesoderms. Es ist auch in diesem Falle die der Verschlussstelle des Blastoporus entsprechende ventrale Ektodermschicht, die eine Organanlage ausbildet, welche in der weiteren Embryonalentwicklung von grosser Bedeutung werden wird. Aus ihr entsteht das Pericard mit seinen Derivaten, Herz, Niere und Genitalorganen. Sämmtliche Organe entstehen demnach ektodermal. Nun bildet sich, wie ich bereits nachgewiesen habe, auch das übrige Zellenmaterial der mittleren

Schicht, das sog. Mesenchym, aus dem Ektoderm und an der gleichen Stelle, wo sich jetzt die übrigen Organe, welche aus demselben entstehen, anlegen, so dass die gesammte Zellenschicht, welche zwischen das äussere und innere Blatt zu liegen kommt, dem Ektoderm entstammt.

Aus meiner Darstellung ist ohne Weiteres zu ersehen, dass von einem Mesoderm im Sinne der Autoren bei *Paludina* nicht gesprochen werden kann, und ich komme durch meine Untersuchungen zu demselben Resultat, zu dem schon vor einer Reihe von Jahren P. Sarasin[1]) gelangt ist, welcher bei *Bythinia tentaculata* die mittlere Schicht des Embryos aus Wucherungen des Ektoderms entstehen lässt. Da *Bythinia* eine nahe Verwandte von *Paludina* ist, so gewinnt der bei beiden Formen übereinstimmende Ursprung der mittleren Schicht sehr an Wahrscheinlichkeit.

In den beiden beschriebenen Zellhaufen tritt secundär eine Höhlung auf, welche sich beim Wachsthum der beiden Bläschen stark vergrössert. Wie in der Anlage bereits der rechts vom Enddarm gelegene Zellenhaufen der grössere war, so übertrifft auch sein Lumen das des linken Säckchens. Dagegen scheint die Wandung des letzteren in den meisten Fällen dicker und die Aneinanderlagerung der Zellen eine dichtere zu sein. Schliesslich kommt es durch dieses Grössenwachsthum zu einer Berührung der Bläschenwände unterhalb des Darmes, wodurch der Eindruck eines ventralen Mesenteriums hervorgerufen wird. Die Wände der beiden Bläschen werden beim Wachsthum derselben stark verdünnt, so dass ihr Epithel plattenförmig wird. Trotzdem bleibt ihre Abgrenzung gegen die primäre Leibeshöhle des Embryos eine vollkommene. Die beiden sich berührenden Wände der Bläschen verschmelzen weiterhin miteinander, so dass ein ventrales Septum zur Ausbildung kommt. Der rechte Cölomsack zeigt die Tendenz den Darm zu umwachsen, und ein

---

1) P. Sarasin. Entwicklungsgeschichte der Bythinia tentaculata. Arb. aus d. zool.-zootom. Inst. zu Würzburg Bd. VI. 1883.

Querschnitt durch dieses Stadium erinnert, wenn der Vergleich gezogen werden darf, lebhaft an einen Querschnitt durch einen Anneliden, wenn ich von dem Fehlen des Bauchmarkes und der Gefässe absehe. Die beiden Bläschen lassen noch ein weiteres interessantes Verhalten erkennen, indem in jedem an der ventralen Wand eine Verdickung des Epithels bemerkbar ist. Diese beiden Verdickungen sind die Anlagen der Nieren, von denen jedoch nur die rechte zur definitiven Ausbildung kommt, während die linke im Laufe der Entwicklung rückgebildet wird. Zwei Einbuchtungen der Mantelhöhle wachsen diesen Nierenanlagen entgegen, eine definitive rechte, welche sich weiter vertieft und schliesslich mit der Niere in Verbindung tritt und eine kleinere linke, welche, wie die rudimentäre linke Niere sich späterhin zurückbildet. Es sind die beiden durch ektodermale Einstülpung entstehenden Nierenausführungsgänge.

Die Anlage zweier Nieren, welche bekanntlich bei ursprünglichen Prosobranchiern, bei den Diotocardiern *Haliotis*, *Patella*, *Fissurella* etc. zur definitiven Ausbildung kommt, weist uns darauf hin, dass wir in der Organogenese von *Paludina* sehr ursprüngliche Verhältnisse vor uns haben. Damit stimmt der jedenfalls auch sehr einfache Bildungsmodus des Mesoderms und die Anlage des Pericards in Gestalt zweier Säckchen sehr gut überein. *Paludina* scheint daher, wenn wir annehmen, dass sie als Süsswasserform in ihrer Entwicklung eine rückgebildete Form darstellt, in anderer Beziehung einen ursprünglichen Modus der Entwicklung bewahrt zu haben. Die Veranlassung dazu könnte in der intrauterinen Entwicklung, mit dem Verlust des Nahrungsdotters verbunden, gesucht werden. Die Furchung ist nahezu aequal (wie bei *Chiton* etc.), und die Mesodermbildung verläuft, wie wir gesehen haben, auf sehr ursprüngliche Weise.

Aehnliche Bildungen, wie die von *Paludina* beschriebenen, finden wir in der Entwicklung mancher Anneliden. Bei *Lumbricus* erfolgt nach Wilson die Anlage der Nephridien durch die sog. Nephroblasten, Polzellen, welche am Hinterende des Embryos unter das Ektoderm in die Furchungshöhle rücken

und zu beiden Seiten der ventralen Mittellinie liegen. Sie liefern das Bildungsmaterial für die Nephridien, indem sie sich zu zwei nach vorn ziehenden Zellenreihen entwickeln. Diese Nephridialreihen differenziren sich von vorn nach hinten. Die vordersten Säckchen gehen als larvale Gebilde zu Grunde, während die hinteren sich zu definitiven Nephridien ausbilden.

Auffallend übereinstimmende Vorgänge treten in der Entwicklung von *Paludina* auf. Es findet eine gleiche Einwanderung von Zellen am Hinterende des Embryos statt, wodurch die Anlage zweier solider Zellhaufen entsteht. Darauf bildet sich in beiden ein Hohlraum aus. Zu beiden Seiten des Enddarmes entstehen zwei ektodermale Einstülpungen, die Anlagen der beiden Nierenausführungsgänge. Dass diese beiden so entstandenen Gebilde als Nephridien zu betrachten und dass sie mit den gleichen Organanlagen der Anneliden und Mollusken zu vergleichen sind, erscheint sehr begründet.

Man sieht, dass diese Befunde mit den früher von v. Erlanger gewonnenen sehr übereinstimmen, und ich möchte dieses besonders betonen im Hinblick darauf, dass die von mir gegebene Darstellung von der Entstehung des Mesoderms von derjenigen v. Erlangers sehr verschieden ist. Trotzdem stimmen unsere Befunde der späteren Stadien sehr gut überein, was sich auch aus der folgenden Darstellung meiner Ergebnisse zeigen wird.

Ich habe bereits hervorgehoben, dass die beiden Urnieren im Vorderende des Gastropodenembryos, welche zumeist in gleicher Weise als gegen die primäre Leibeshöhle geschlossene Zellwucherungen oder Einstülpungen vom Ektoderm aus zu entstehen scheinen, in ihrer Anlage ebenfalls ein paar, wenn auch embryonale Nephridien sind und den embryonalen oder provisorischen Rumpfnephridien der Annulaten entsprechen würden. Auch bei *Paludina* gehen die Urnieren als larvale Organe zu Grunde.

Die beiden Coelomsäcke mit ihren Nierenanlagen gehen jetzt ihrer definitiven Bestimmung als Pericardium entgegen. Das

Septum wird von vorn nach hinten rückgebildet, wodurch ein einheitlicher Hohlraum zur Ausbildung kommt. Die Uebereinstimmung des Coeloms mit dem der gegliederten Würmer schwindet mehr und mehr, und es treten Differenzirungen in der Entwicklung des Organs auf, welche seine definitive Bestimmung als Herzbeutel zur Geltung bringen. Nur noch einmal bei der Entstehung der Geschlechtsdrüse aus dem Pericardialepithel werden wir Gelegenheit haben, die Verwandtschaftsbeziehungen der Gastropoden zu den gegliederten Würmern zu betonen.

Aeusserlich bringt der Embryo seine Molluskencharaktere immermehr zur Ausbildung. Die Grössenzunahme des Fusses fällt besonders ins Auge. Der hintere Theil des Embryos wird durch die starke Entwicklung der Leber bruchsackartig nach aussen gedrängt, wodurch der After eine Verschiebung nach vorn erleidet. Die Schale hat mit der Vergrösserung der Fläche, welche sie bedeckt, gleichen Schritt gehalten und ist ebenfalls beträchtlich grösser geworden.

Die Niere ist auf diesem Stadium bereits als kleine Ausbuchtung des Pericardiums deutlich zu erkennen und der ektodermale Ausführungsgang nahezu mit ihr in Verbindung getreten.

Wir betrachten jetzt die auftretende Anlage des Herzens. Die dorsale Wand des Pericardialsackes lässt eine deutliche, rinnenförmige Einfaltung sowohl am Totalpräparat wie auf Schnitten erkennen. Es ist die Anlage des Herzens. In Uebereinstimmung mit dem v. Erlanger'schen Resultat ergiebt demnach die Untersuchung, dass das Pericardium vor der Bildung des Herzens entsteht und dieses sich als Einbuchtung und nicht als Verdickung der dorsalen Pericardialwand anlegt.

Ich hebe dieses Verhalten aus dem Grunde besonders hervor, weil nach neueren Untersuchungen an *Limax max.* (Meisenheimer) bei diesem Gastropoden das Herz zuerst gebildet wird und das Pericardium secundär durch Abspaltung von seiner Wandung entsteht.

Aeltere Embryonen lassen eine Einschnürung an der Herzfalte erkennen, wodurch die Trennung von Vorhof und Kammer eintritt. Die Wand der Kammer ist stärker ausgebildet als die des Vorhofs. Der Herzschlauch steht infolge seiner rinnenförmigen Bildung, auch nachdem sich die Rinne längs zum Rohre geschlossen hat, an seinen beiden Enden mit der primären Leibeshöhle in direkter Verbindung. Die Hohlräume, welche an beiden Enden im Mesenchym als Spalträume auftreten, müssen ihrer späteren Funktion gemäss, einmal als Aorta bei der Kammer, dann als Anlage der Kiemenvene des Vorhofes aufgefasst werden. Durch Verbindung der einzelnen Spalträume des mesenchymatischen Gewebes entsteht das Gefässsystem als eine vom Herzen und Pericardium vollständig getrennte Anlage.

Die Beobachtungen, welche über die Entwicklung des Nervensystems gemacht wurden, stimmen mit denen v. Erlangers vollständig überein. Diese gleichen wieder den Untersuchungen, welche an *Limax max.* von Annie P. Henchman und Meisenheimer angestellt worden sind. Ihnen steht die Arbeit F. Schmidts über das Nervensystem der Pulmonaten mit den gleichen Resultaten zur Seite. Der Ursprung des gesammten Nervensystems ist demnach auf das äussere Keimblatt zurückzuführen. Die Cerebralganglien entstehen durch zwei scharf von einander geschiedene Ektodermwucherungen, die sich erst secundär durch eine Commissur vereinigen. Ausserdem entstehen sie durch Delamination und nicht, wie die gleichen Ganglien von *Limax max.* durch Einstülpung. Ebenfalls getrennt von den Cerebral- und Pedalganglien, mit denen sie sich nachträglich vereinigen, bilden sich die Pallialganglien etwas ventral in der Nähe des Velums. Die Pedalganglien sind vor den Pallialganglien aufgetreten und zwar werden sie, wie v. Erlanger richtig beobachtete, angelegt, nachdem die Otolithenblasen bereits durch ektodermale Einstülpungen entstanden sind.

Ungefähr auf dem gleichen Stadium, wo die Anlage der Pallialganglien bemerkbar ist, bilden sich um den Oesophagus

in der Nähe der Radula die Buccalganglien. Sie entstehen aus der Wand des ektodermalen Vorderdarmes. In der Nähe des vorderen Mantelrandes treten bedeutend später als die erwähnten Ganglienpaare der vorderen Körperparthie die Intestinalganglien auf. v. Erlanger hebt hervor, dass die Anlage dieser beiden Ganglien eine vollständig symmetrische sei. Ich kann dasselbe bestätigen, da thatsächlich die neugebildeten Ganglien ventralwärts zu beiden Seiten des Darmes liegen und erst späterhin durch die Torsion des Hinterendes des Embryos verschoben werden. Schliesslich bleibt noch die Entstehung des Visceralganglions zu erwähnen übrig, welches als letztes aller Ganglien zur Anlage kommt. Es bildet sich, vom Epithel der Mantelhöhle entspringend, zwischen dieser und der Pericardialwand.

Die Anlage sämmtlicher Ganglien geschieht demnach in der von v. Erlanger angegebenen Weise, und ich verweise betreffs weiterer Ausführungen auf die Publikation desselben.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass thatsächlich die Anlage sämmtlicher Ganglien allmählich von vorn nach hinten erfolgt. Weiterhin ist mir die von v. Erlanger erwähnte Thatsache aufgefallen, dass sowohl Kommissuren wie Konnektive, hauptsächlich die der Pedalganglien, einen starken Ganglienzellenbelag tragen.

Von den Sinnesorganen entstehen Augen und Otocysten durch ektodermale Einstülpungen. Das Spengel'sche Organ ist bereits auf sehr jungen Stadien als wulstförmige Verdickung der Mantelhöhle bemerkbar.

Ich konnte feststellen, dass die Kerntheilung der Nuchalzellen auf directem Wege (amitotisch) erfolgt. Dieses Verhalten spricht mit dafür, dass wir in ihnen degenerirende Zellen vor uns haben.

Die Entstehung der Genitalorgane erfolgt bei *Paludina* bedeutend frühzeitiger als bei anderen daraufhin untersuchten Gastropoden. Velum und Urniere sind noch vorhanden. Letztere steht sogar auf der Höhe ihrer Ausbildung, wenn die dorsale Wand des Pericardiums eine kleine Ausstülpung erkennen lässt.

Sie kommt nahezu einer Wucherung gleich, da ihr Lumen sehr gering ist. Diese Ausstülpung ist die Anlage der Keimdrüse. Das Plattenepithel des Pericardiums hat sich an der betreffenden Stelle stark verdickt. Die Ausstülpung schnürt sich sehr bald von der Wand des Herzbeutels ab und liegt dann als kleine geschlossene Blase zwischen den Mesenchymzellen der primären Leibeshöhle. Der Geschlechtsausführungsgang entsteht, getrennt von der Keimdrüse, durch eine ektodermale Einstülpung aus der ventralen Wand der Mantelhöhle.

Die Annahme v. Erlangers, dass die Geschlechtsdrüse in der ursprünglich linken Hälfte des Pericardiums entsteht, ungefähr an der Stelle, wo sich die rudimentäre linke Nierenanlage befunden hat, ist mir beim Studium dieser Verhältnisse ebenfalls sehr wahrscheinlich geworden, obgleich ein direkter Beweis für diese Ansicht natürlich nicht erbracht werden kann. Thatsächlich entsteht auch der Geschlechtsausführungsgang an der Stelle, wo der zurückgebildete linke Nierenausführungsgang vorhanden war, so dass auch diese Annahme, dass der erstere aus dem letzteren hervorgegangen ist, sehr viel für sich hat.

Durch diese von v. Erlanger gemachte und von mir bestätigte Beobachtung, dass die Keimdrüse aus dem Pericardium entsteht, wird bestätigt, dass thatsächlich das Pericardium als secundäre Leibeshöhle aufzufassen ist. Dass damit die Geschlechtsdrüse dasselbe Verhältniss zeigt wie die Geschlechtsorgane der Anneliden zum Peritoneum des Coeloms, braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden.

Die Annahme, dass die Mollusken durch diese in meiner Untersuchung geschilderten Verhältnisse eine grössere Verwandtschaft zu den Anneliden als Plathelminthen zeigen, wird hierdurch weiterhin unterstützt (siehe Lehrb. von Korschelt und Heider, pag. 1163).

In derselben Sitzung (18. Januar 1899) gab Herr C. Tönniges einen

Nachtrag zu den Untersuchungen über die feineren Bauverhältnisse von Opalina ranarum.

Zell- und Kerntheilung.

Nachdem ich am 13. Juli 1898 in der Sitzung der Gesellschaft die Resultate meiner Untersuchungen über die feineren Bauverhältnisse von *Opalina ranarum* im Anschluss an die Demonstrationen der darauf bezüglichen Präparate kurz vorgetragen hatte, sehe ich mich jetzt in der Lage, meine damaligen Ausführungen durch einen Nachtrag, welcher im Wesentlichen die Kern- und Zelltheilung der *Opalina ranarum* umfasst, zu ergänzen. Dadurch wird ein gewisser Abschluss in der Kenntniss der Bauverhältnisse der ausgebildeten Form erreicht und andererseits die Brücke gegeben, um das Verständniss für das Verhalten bei der Conjugation und Cystenbildung zu erleichtern.

Eine nahezu unbegrenzte Theilungsfähigkeit ist eine bemerkenswerthe Eigenschaft von *Opalina ranarum*. Obgleich auch den übrigen Opalinenarten ein hohes Maass von Theilungsfähigkeit zukommt, so kann es doch nicht annähernd mit dem unserer Art in Vergleich gesetzt werden. Es war anfangs mein Bestreben, eine gewisse Gesetzmässigkeit unter den mannigfaltigen Theilungsvorgängen aufzufinden, aber je längere Zeit der Beobachtung ich ihnen schenkte, um so mehr verschwanden die künstlichen Grenzen, welche ich anfangs aufstellen zu können glaubte, und ein allgemeiner Zusammenhang sämmtlicher Theilungsvorgänge machte sich bemerkbar. Durch reichhaltiges Arbeitsmaterial war mir die Möglichkeit gegeben, nicht nur alle Uebergänge zwischen einer direkten Quer- und Längstheilung, sondern auch den Zusammenhang dieser mit einem als Knospung aufzufassenden Vorgang aufzufinden.

Obgleich die Opalinen ausserhalb ihres Wirthes nicht sehr lange (zwei bis drei Tage) am Leben erhalten werden können, so ist es doch möglich, die Theilungen, welche nicht

sehr lange Zeit in Anspruch nehmen, direkt unter dem Mikroskop zu beobachten. Fernerhin ist es möglich, aus reichem Material eine Anzahl Theilungsstadien herauszusuchen und durch Vergleichung derselben sich den Theilungsprocess zu combinieren. Beide Methoden wurden benutzt, um den Vermehrungsprocess durch Theilung und Knospung zur Anschauung zu bringen.

Theilungen finden sich ununterbrochen Winter und Sommer, sowohl während des freien Lebens wie auch während des Winterschlafes der Frösche, so dass die Vermuthung Nussbaum's, dass die Theilungen der Opalinen während des Winterschlafes ruhen möchten, nicht zutrifft, sondern die Vermehrung das ganze Jahr hindurch andauert, wenn sie auch bei Beginn des Frühlings und im Verlaufe des Sommers infolge der besseren Ernährung des Wirthes eine mannigfaltigere ist als zur Zeit des Winterschlafes.

Kurz vor der Laichperiode, sobald die Frösche ihr Landleben aufgegeben haben und ins Wasser gehen, findet eine Aenderung im Verlaufe der Theilungen unseres Parasiten statt. Die Theilstücke wachsen nicht wieder zu der Grösse des ursprünglichen Thieres heran, sondern theilen sich selbst ununterbrochen weiter, bis die Theilstücke schliesslich so klein geworden sind, dass mitunter nur noch 3—4 Kerne in ihnen liegen. Dann beginnen sie, sich unter rotierenden Bewegungen zu encystieren. Ich habe die Encystierung dieser kleinen Opalinentheilstücke Schritt für Schritt verfolgt und habe mich überzeugt, dass vom Zeitpunkt der Verkleinerung an bis zur Encystierung keine Vorgänge auftreten, welche an eine Conjugation oder ähnliche Processe erinnerten.

Nach der Encystierung, welche anfangs Frühjahr bei Beginn der Laichperiode der Frösche stattfindet, werden die Cysten von den letzteren, sobald sie ins Wasser gehen, ausgestossen und müssen von Kaulquappen aufgenommen werden, um sich in deren Darm zu freien Opalinen entwickeln zu können. Das Schicksal der Cysten innerhalb des Kaulquappendarmes werden wir im zweiten Theil der Untersuchung verfolgen, da es uns

hier darauf ankommt, den Lebenscyclus der Opalinen innerhalb des Rectums des ausgewachsenen Frosches festzustellen, und zwar aus folgenden Gründen:

Conjugationen sind bislang bei *Opalina ran.* nicht gefunden worden, obgleich diese Art daraufhin mehrfach untersucht worden ist. Längstheilungen wurden dagegen wiederholt beschrieben (Zeller, Nussbaum), und Bütschli sprach daher in seinem Protozoenwerk die Vermuthung aus, dass die betreffenden Längstheilungen höchstwahrscheinlich Conjugationen der *Opalina* seien. Meine Untersuchung, welche sich über den Zeitraum von mehreren Jahren erstreckt, richtete sich demnach darauf, festzustellen, ob überhaupt bei erwachsenen Opalinen Conjugationen vorkommen; ob die sogen. Längstheilungen dann als solche aufzufassen seien, und ferner, ob überhaupt Längstheilung bei diesem Infusor festzustellen ist.

Trotz der mehrjährigen Beobachtung ist mir niemals unter den Opalinen, welche sich im Rectum erwachsener Frösche befanden, Conjugation derselben zu Gesicht bekommen, so dass ich wohl die Ueberzeugung aussprechen kann, dass sie bei mehrkernigen Formen dieses Parasiten überhaupt nicht auftritt.

Während der Encystierung verschmelzen die wenigen Kerne des encystierten Thieres unter sehr bemerkenswerthen Erscheinungen, die ich im zweiten Theil dieser Untersuchung behandeln werde, und die so entstandenen einkernigen Individuen conjugiren nach Verlassen der Cyste innerhalb des Kaulquappendarmes.

Darauf folgend beginnt eine lebhafte Vermehrung der jungen Opalinen, welche, wie die der erwachsenen Thiere, durch Quer- und Längstheilung sowie Knospung erfolgt. Zwischen diesen drei Vermehrungsvorgängen sind lückenlose Uebergänge vorhanden, so dass alle schliesslich auf einen einheitlichen Process zurückgeführt werden können.

Sehr häufig sind Quertheilungen, wie wir sie von den meisten übrigen Infusorien kennen. Entweder an einer Seite des Thieres oder auch an beiden zugleich tritt eine Contraction

des Plasmas auf, die schliesslich zu einer kleinen Einbuchtung des Randes führt, wodurch der Theilungsprocess sichtbar eingeleitet ist. Theilungen der Kerne, welche derjenigen des Plasmas vorangingen, und im bemerkbaren Zusammenhang mit der letzteren ständen, wurden nicht beobachtet. Die Kerne theilen sich beliebig; vor, während und nach der Theilung des Thieres habe ich Kerntheilungsfiguren angetroffen. Die erwähnte Einschnürung am Rande der sich theilenden *Opalina* vertieft sich mehr und mehr. Schliesslich hängen die beiden Theilstücke nur noch durch eine dünne Plasmabrücke zusammen. Bald gewinnen beide Hälften Eigenbewegung, drehen und wenden sich nach verschiedenen Richtungen, und schliesslich reisst der verbindende Plasmafaden durch. Die Zeitdauer der Theilung schwankt. Mitunter habe ich vollständige Quertheilungen im Verlaufe einer Stunde beobachtet; andere dagegen dauerten wieder bedeutend länger. Das Grössenverhältniss der Thiere steht in keiner Beziehung zur Theilung. Grosse und kleine Opalinen theilen sich in gleichem Masse. Die Theilungsfläche ist häufig unregelmässig gezackt, jedoch werden diese plasmatischen Fortsätze kurz nach der Theilung eingezogen.

Beide Theilstücke sind nicht immer gleich gross, und dieser Grössenunterschied kann so weit gehen, dass das Mutterthier nach dem Vermehrungsprocess noch in seiner Gestalt erkennbar bleibt, wodurch der Übergang zur Knospung vermittelt ist. Knospen können an einer beliebigen Stelle, jedoch immer nur am Rande der blattförmigen *Opalina ranarum*, auftreten. Ihre Form und Grösse ist eine ausserordentlich mannigfaltige.

Wichtig für unsere Auffassung sind die regelmässig vorkommenden Längstheilungen. Ich habe sie, wie aus meiner ausführlichen Arbeit zu ersehen sein wird, in grossen Mengen verfolgt, so dass es nicht zweifelhaft sein kann, dass wir in ihnen thatsächlich Theilungen und keine Conjugationen vor uns haben.

Wie überhaupt bei Theilungen von Infusorien sogen. Epidemien auftreten, so macht auch *Opalina* als Parasit davon keine

Ausnahme. Der grössere Theil der im Rectum des Frosches schmarotzenden Opalinen findet sich häufig in Quer-, häufig in Längstheilung. Übergänge zwischen Quer- und Längstheilung, sogen. schiefe Theilungen, deren Ebene in der Richtung der Körperstreifung verläuft und höchst wahrscheinlich durch diese bedingt wird, sind häufig. Ebenso wurden Dreifachtheilungen u. s. w. beobachtet.

Die Durchschnürung bei der Theilung kann auch in der Mitte des Thieres beginnen und nicht nur an den Randparthien. Es bildet sich in der Mitte eine Contractionsstelle des Plasmas aus, wodurch schliesslich eine Öffnung entsteht. Durch spaltförmiges Auswachsen derselben geht die Theilung vor sich. Sobald die Encystierung ihren Anfang nimmt, verläuft die Theilung, auf die kein Wachsthum der Sprösslinge folgt, in anderer Weise als wie in der soeben beschriebenen. Ein Individuum bildet zu gleicher Zeit eine ganze Anzahl von Theilstücken.

Betreffs aller Einzelheiten muss auf die demnächst erscheinende ausführliche Arbeit verwiesen werden.

Opalina ranarum besitzt bekanntlich eine Anzahl von Kernen, welche natürlich je nach der Grösse des Individuums stark schwankt. Die Kerne liegen ausschliesslich im Endoplasma. Im vorderen Körperende des Thieres sind sie dichter zusammengerückt, was im Verhältniss zu dem engeren Plasmanetz desselben zu stehen scheint. Der ruhende Kern lässt einen deutlich wabigen Bau seiner Struktur erkennen. Das Chromatin liegt in Gestalt kleiner und kleinster Körnchen in den Knotenpunkten des achromatischen Gerüstes. Ausserdem kommen im Kerne gröbere, intensiv gefärbte Körper vor, welche ihren späteren Verhalten bei der Theilung nach, als Nucleolen bezeichnet werden müssen. Sie liegen zumeist peripher der Kernwand an. Eine Membran im eigentlichen Sinne des Wortes vermögen wir am Kerne nicht zu unterscheiden, sondern die äusserste Schicht des Achromatingerüstes scheint sich durch stärkere Einlagerungen von Chromatin zur festeren Begrenzung des Kernes umgewandelt zu haben. Sie würde also ein ähnliches Verhalten zeigen, wie

wir es bereits für die Pellicula nachzuweisen vermochten, welche ebenfalls nur durch Festerwerden der äussersten protoplasmatischen Wabenschicht zu einer abschliessenden Membran geworden ist.

Die äusserste Kernwabenschicht, wenn wir sie so bezeichnen wollen, stellt ein gleichsam durchbrochenes Gitterwerk dar, in dem die Lückenräume von achromatischer Substanz ausgefüllt werden, welche wohl einen Austausch von Substanzen zur Ernährung des Kernes, aber niemals eine Vermischung der Plasma- und Kernmasse zulassen.

Der Theilungsprocess der Mehrzahl der Kerne muss unzweifelhaft als ein mitotischer angesehen werden, obgleich hin und wieder auch an Kernen, die sich nicht in bemerkbarer Weise von den übrigen unterscheiden liessen, Amitose festgestellt wurde.

Die Bildung von Chromosomen, das Vorhandensein und deutliche Hervortreten der achromatischen Fasern, wie die nachfolgende Aufreihung der Chromosomen auf dieselben lassen keinen Zweifel aufkommen, dass wir thatsächlich eine indirekte Kerntheilung vor uns haben.

Die Einleitung der Veränderungen, welche der Kern im Verlauf seiner Theilung erleiden wird, ist in der Längsstreckung desselben gegeben, wodurch die Kugel zur Eiform wird. Zu gleicher Zeit findet eine Veränderung des Chromatins statt, welche zu der Umbildung desselben in Fäden führt. Da die Chromatinkörnchen in den Knotenpunkten des Achromatingerüstes liegen, so ist es wahrscheinlich, dass durch die Längsstreckung der Kernwaben auch das eingelagerte Chromatin die Gestalt kleiner Stäbchen annimmt. Zwischen den schwachgeschlängelten Chromatinstäbchen ist die netzig-wabige Anordnung des achromatischen Gerüstes immer noch deutlich nachweisbar. Eine weitere Stütze dieser Ansicht liegt in der Form der Fäden selbst, welche in der Mitte verdickt und an den beiden Enden spitz ausgezogen erscheint.

Wie wir bereits hervorgehoben haben, lagen im ruhenden Kerne die grösseren Mengen des Chromatins peripher, und so

ist es erklärlich, dass es hauptsächlich die peripheren achromatischen Fasern sind, welche die Hauptmasse desselben in sich bergen, während das Zentrum der Spindel chromatinärmere Parthien aufweist.

Die Nucleolen bleiben im ganzen Verlauf der Theilung erhalten, und das gleiche Verhalten zeigt die Kernmembran, welche fortlaufend scharf hervortritt. In vielen Fällen verschmelzen die Nucleoli eines sich theilenden Kernes, wenn sie in der Mehrzahl vorhanden sind, um sich dann ebenfalls zu theilen. Dieses Verhalten der Nucleolen kann jedoch nicht als konstant angesehen werden.

Ich möchte besonders hervorheben, dass nicht nur die Kernmembran während des ganzen Verlaufes der Theilung keine Veränderung erleidet, sondern auch die Plasmaschicht, welche den sich in Theilung befindlichen Kern umgiebt. Es treten weder Strahlungen im Plasma auf, noch nimmt es sonst irgendwie sichtbaren Antheil an der Theilung. Wir haben in der mehrkernigen *Opalina ranarum* ein deutliches Beispiel vor uns, dass die Kerntheilung (Karyokinese) ohne Beihülfe des Plasmas stattfinden kann und die aktive Kraft, welche den Process der Kernzerschnürung vollführt, im Kerne selbst vorhanden sein muss.

Ein entsprechendes Verhalten haben wir bei der Zelltheilung gefunden, bei welcher ebenfalls eine Theilung ohne sichtbare Mitwirkung der Kerne eintrat. Es konnte mit Sicherheit festgestellt werden, dass Centrosomen oder auch nur Anklänge an dieselben in Gestalt ähnlicher Bildungen nicht auftreten. Dieses Verhalten hat jedoch nur Gültigkeit für die Kerntheilung der erwachsenen *Opalina.* Ob andere Verhältnisse bei jugendlichen Individuen auftreten können, wird man aus dem zweiten Theil dieser Arbeit ersehen.

Verfolgen wir den weiteren Verlauf der Kerntheilung, so geht das beschriebene ellipsoide Stadium durch Zuspitzung seiner beiden Pole in eine längsgestreckte Form über. Auf diesem Stadium findet man den Nucleolus sehr häufig in Theilung.

Bislang lagen die Chromosomen, in der Längsrichtung des Kernes angeordnet, vollständig regellos vertheilt im Kerninnern. Die Pole zeigten freilich stets ein wenig chromosomenärmere Parthien.

Die Chromosomen werden durch die Zuspitzung der beiden Pole des Kernes nach der Mitte desselben gedrängt, wodurch das Bild einer Aequatorialplatte zu Stande kommt. Es ist jedoch niemals eine vollkommen regelmässig ausgebildete Aequatorialplatte. Trotzdem ich eine grosse Anzahl von Kerntheilungsfiguren zu Gesicht bekommen habe, war dieses Stadium verhältnissmässig selten, so dass möglicherweise seine Bildung sehr schnell vorüberzugehen scheint. Immerhin genügten die Untersuchungen, um erkennen zu lassen, dass die Chromatinschleifen in der Längsrichtung der Kernaxe gelagert, sich in der Mitte des Kernes ansammelten, ohne die regelmässige Anordnung zu einer typischen Aequatorialplatte erkennen zu lassen.

Eine Spaltung der Chromosomen habe ich im ganzen Verlauf der Theilung nicht feststellen können, obgleich daraufhin die entsprechenden Stadien mit starken Systemen (Zeiss: Apochr. 2 mm, Aper. 1,40 u. Comp. Ocul. 18) untersucht wurden.

In Verbindung mit der ungenügenden Ausbildung der Aequatorialplatte steht das Fehlen typischer Tochterplatten. Verfolgen wir daraufhin die Theilung weiter, so beginnt bald eine Veränderung im ganzen Habitus des Kernes einzutreten. Die beiden Pole werden stumpfer und die Chromosomen beginnen unregelmässig auf den achromatischen Fasern zu liegen, wodurch eine Auflösung der Aequatorialplatte erfolgt. Wenn dieser Process weiter vorgeschritten ist, so machen bei geringen Vergrösserungen die beiden auseinandergerückten Chromatinhälften den Eindruck von Tochterplatten. Bei stärkerer Vergrösserung und genügendem Vergleichsmaterial ist indessen nachweisbar, dass diese beiden Chromatinhälften nicht den Namen „Tochterplatten“ verdienen.

Nachdem die „Aequatorialplatte“ sich getheilt hat, entsteht durch eine Einschnürung des Kernes im Centrum desselben die

Hantelfigur. Dieses Stadium ist eines der häufigsten, da die sich bildenden beiden Tochterkerne längere Zeit durch einen Verbindungsfaden im Zusammenhang bleiben.

Es erfolgt die vollständige Zerschnürung des Kernes und damit die Bildung zweier Tochterkerne. Wie ich schon erwähnt habe und nochmals hervorheben möchte, geht die Theilung des Kernes ohne Schwinden der Kernmembran und ohne Auftreten von Centrosomen und Strahlensystemen des Plasmas durch Auseinanderrücken der Kernhälften bis auf einen feinen, scheinbar nur aus der Kernmembran bestehenden Faden vor sich. Dieser reisst schliesslich durch und es kommt zur Bildung zweier Tochterkerne, welche durch die streifige Anordnung ihrer chromatischen Substanz und durch die sich einander zukehrenden feinen Spitzen des zerrissenen Verbindungsfaden noch längere Zeit als Theilungsstadien kenntlich sind. Die Streifung der Tochterkerne verliert sich bald darauf, und die Kerne kehren, indem das Chromatin wieder in die Knotenpunkte des Kernnetzes einrückt, in das Ruhestadium zurück.

Auf das Vorkommen der direkten Theilung, welche gelegentlich vorkommen kann, habe ich bereits hingewiesen.

Wir haben den soeben beschriebenen Vorgang der Kerntheilung bei *Opalina ranarum* als Mitose bezeichnet. Indessen erscheinen uns manche Stadien derselben in ihrem Verlaufe so unvollendet und nur mehr wie in der Anlage begriffen, dass wir diese Kerntheilung als Zwischenstufe von Mitose und Amitose auffassen müssen. Indessen überwiegen die Charaktere der Mitose, so dass wir aus diesem Grunde diese Bezeichnung für den Kerntheilungsprocess von *Opalina ranarum* gewählt haben.

In derselben Sitzung vom 18. Januar 1899 sprach Herr Hans Meyer über:

Eine Theorie der Alkoholnarcose.

Mit Alkoholnarcose ist hier die narcotische Wirkung aller zur pharmakologischen Gruppe des Alkohols gehörigen Stoffe wie des Aethers, Chloroforms, Chloralhydrats, Sulfonals etc. gemeint. Trotz grosser Verschiedenheit in Constitution, Reactionsfähigkeit, Consistenz etc. zeigen alle diese Substanzen die gleiche Grundwirkung; obschon dieser Umstand von vornherein gegen eine directe Abhängigkeit ihrer Wirkung vom chemischen Bau spricht, ist doch seitens der modernen Erklärungen das Hauptgewicht auf die Anwesenheit ganz bestimmter Atomgruppen (z. B. C_2H_5, Cl, Br, J u. s. w.) in den Anaestheticis als Ursache ihrer Wirkung gelegt worden. Das Unzureichende solcher Erklärungen liegt auf der Hand, zumal eine grosse Zahl hierhergehöriger Narcotica überhaupt keine Kohlenwasserstoffgruppen oder Halogene enthalten, und viele von ihnen wie z. B. die gesättigten Kohlenwasserstoffe chemisch kaum angreifbar sind.

Der Zusammenhang aller dieser Stoffe muss daher auf anderem Gebiete gesucht werden und ist es auch bereits durch von Bibra und Harless (1847), die die Fähigkeit der verschiedenen Anaesthetica Fette zu lösen als Ausschlag gebend bezeichneten, eine Vorstellung, die später von anderen Gesichtspunkten aus durch Hermann (1866) etwas modificiert wieder aufgenommen, wenn auch nicht weiter ausgeführt ward. In neuerer Zeit hat Pohl (1893) durch Bestimmung der quantitativen Vertheilung des Chloroforms im Thierkörper eine Unterlage für diese Hypothese zu gewinnen gesucht z. Th. auch mit positivem Erfolg, ohne jedoch einen bestimmten Schluss daraus zu ziehen.

Eine mit der von Bibra-Hermannschen verwandte, wenn schon dem ersten Anschein nach davon ganz verschiedene Erklärungsweise hat R. Dubois (1896) gegeben: Verdrängung

von Wasser aus dem Protoplasma durch Chloroform, Aether u. s. w.; ich will darauf hier nicht näher eingehen. Einen richtigen Kern enthält auch das von Richet (1893) aufgestellte Gesetz, dass bei den Anaestheticis der Wirkungsgrad umgekehrt proportional sei der Löslichkeit in Wasser. In dieser Form ist das Gesetz aber falsch (man vergleiche nur Methylurethan mit Chloralhydrat, Sulfonal mit Trional u. A. m.); durch Combination aber mit der von Bibra'schen These, dass die Wirkung um so stärker sei je leichter die Substanz in Fetten sich löse, gewinnt man den richtigen gesetzmässigen Ausdruck, der lautet:

1) Die relative Stärke der Anaesthetica ist abhängig von dem Theilungscoefficienten, der ihre physikalische Vertheilung in einem Gemisch von Wasser und Fett (sc. fettähnlichen Stoffen, Lecithinen etc.) bestimmt;

daraus ergiebt sich als Folgerung:

2) Es müssen überhaupt alle indifferenten Stoffe, die für Fette (Lecithine etc.) löslich sind, sofern sie resorbiert werden und im Protoplasma sich verbreiten können, narcotisch wirken.

Beide Sätze sind der experimentellen Prüfung zugänglich. Zunächst ward eine grosse Reihe von indifferenten Stoffen auf die Richtigkeit des zweiten Satzes geprüft, und zwar:

Die Chlorhydrine;
Die Essigester des Glycerins (Acetine);
Der Glycerinaether;
Die Amide der Fettsäuren (Formamid, Acetamid, Propionamid, Butyramid, Lactamid, Oxybuttersäureamid);
Die Amide der aromatischen Säuren (Benzamid, Salicylamid und etwa 12 andere).

Bei allen diesen Substanzen traf die Voraussetzung ohne Ausnahme ein. Der einzige von den genannten Körpern, der

gar nicht narcotisch wirkt, ist das Formamid; und dieses ist gerade der einzige von allen, der in Fetten nicht löslich ist.

Ich habe dann die Wirkungsstärke von einer grösseren Zahl der Anaesthetica nach dem geringsten molecularen Concentrationsgrad bestimmen lassen, der zur Erzeugung bestimmter Narcosensymptome eben noch ausreicht und habe dann damit die auf experimentellem Wege gefundenen Theilungscoeffizienten verglichen, die sich aus der Vertheilung der betreffenden Substanzen in einem Gemisch von Wasser und reinem Olivenöl ergaben.

	Wirksame Mol.-Concentration	Theilungs-Coefficient
Tetronal	0,0013	4,04
Trional	0,0018	4,46
Butylchloralhydrat	0,0020	1,59
Bromalhydrat	0,0020	0.66
Sulfonal	0,006	1.11
Triacetin	0,010	0,30
Diacetin	0,015	0,23
Chloralhydrat	0,020	0,22
Aethylurethan	0,040	0,14
Monoacetin	0,050	0,06
Methylurethan	0,40	0,04

Die Uebereinstimmung der Reihenfolge in beiden Columnen ist fast vollständig und jedenfalls, mit Rücksicht auf die unvermeidlichen Bestimmungsfehler, namentlich der Wirkungsstärke, gross genug, um die Wahrscheinlichkeit auch des ersten der beiden Sätze zu erweisen.

Die Gesellschaft hat am 18. Januar 1899 Herrn Magnus Gustav Retzius in Stockholm zum Ehrenmitglied und Herrn Dr. Leopold Heine, Privatdocenten für Augenheilkunde an hiesiger Universität, zum ausserordentlichen Mitglied erwählt.

Aufgelegte Schriften:

Abhandlungen der naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg. Nürnberg 1898.

Mitteilungen des Vereins für Erdkunde in Halle a. S. 1898. Halle 1898.

Sitzungsberichte des Lotos in Prag. N. F. Bd. XVI, XVII. Prag 1896/97.

82. Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft in Emden. Emden 1898.

Sitzungsber. der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München. XIV. Heft 1 und 2. München 1898.

Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Görlitz. Bd. 22. Görlitz 1898.

Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrg. 51. Wiesbaden 1898.

Leopoldina, Heft XXXIV, No. 7—11.

VIII. Bericht des Vereins für Naturkunde in Fulda. Fulda 1898.

Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga XLI. Riga 1898.

Berichte des naturwissenschaftlichen Vereins zu Regensburg. Heft VI. Regensburg 1898.

Verein für Naturkunde zu Krefeld. Jahrg. III. Krefeld 1898.

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 71, Heft 1, 2 und 3. Leipzig 1898.

Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien. Bd. 38. Wien 1898.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt 1898. No. 9—15.

Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. Bd. XII, Heft 1. Basel 1898.

Jcones florae Germanicae et Helveticae. Tom. 23. Dec. 11/12.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno 295, Rendiconti Vol. VII, fasc. 2—12. Anno 296, Rendiconti Vol. VIII, fasc. 1. Roma 1898/99.

Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Ser. 3, Vol. IV, fasc. 6, 7, 12. Napoli 1898.

Annali delle facolta Medicina di Perugia. Vol. X, fasc. 1. Perugia 1898.

Stavanger Museums Aarsberetning 1897. Stavanger 1898.

Von der Koninkl. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam: Verslagen Deel VI. Jaarboek 1897. Verhandelingen Deel VI, No. 1—5; Deel VII, No. 1 und 2. Amsterdam 1897/98.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de St. Petersbourg. Ser. V, Tom. VII, No. 3—5; Tom. VIII, No. 1—4. St. Petersbourg 1898.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou 1898. No. 1.

Memoirs of the Manchester Philosophical Society. Vol. 42, Part. IV und V. Manchester 1898.

Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales. Vol. XXXI. Sydney 1898.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology. Vol. XXXII, No. 6—8, Annual Report 1897/98. Cambridge 1898.

Bulletin of the New York public Library. Vol. II, No. 1 u. 7—11. New York 1898.

Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. XXXVII, No. 157 and Transactions Vol. XIV, Part. II und III. Philadelphia 1898.

Bulletin of the Buffalo Society of natural Sciences. Vol V, No. 1—5; VI, No. 1. Buffalo 1886/98.

Proceedings of the Boston Society of Natural History. Vol. 28, No. 6—12 and Memoirs: Vol. 5, Nr. 3. Boston 1897/98.

Smithsonian: Report 1895. Miscellaneous Collections, Vol. 37. 38. 40, 1090, 1125. Contributions to Knowledge 1126. Washington 1898.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences 1898. Part. I und II. Philadelphia 1898.

Bulletin 9, 10, 11, 50 of U. S. Department of Agriculture. Report of the Secretary of Agriculture. (3 Exemplare) 1898. Washington 1898.

Transactions of the Wisconsin Academy. Vol. XI. Madison 1898.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 2 **Februar** **1899**

Die wissenschaftliche Sitzung vom 8. Februar 1899 eröffnet der Director Herr Marchand mit ehrenden Gedenkworten für:

Carl Friedrich Claus †.

Die Gesellschaft hat ein hochverdientes ehemaliges ordentliches Mitglied, den emeritirten Professor der Zoologie, Dr. Carl Friedrich Claus in Wien durch den Tod verloren. Er starb am 18. Januar d. J., 66 Jahre alt. Claus war zu Cassel geboren; er studirte in Marburg und Giessen und habilitirte sich im Jahre 1858 zu Marburg, ein Jahr später in Würzburg für Zoologie. Bereits nach einem Jahre wurde er ausserordentlicher Professor in Würzburg, und sodann 1863 als ordentlicher Professor nach Marburg berufen, wo er bis 1870 wirkte. Von hier ging Claus nach Göttingen, im Jahre 1873 nach Wien. Vor einigen Jahren legte er seine Professur nieder.

Unserer Gesellschaft gehörte der Verstorbene seit dem 8. December 1858 als ausserordentliches, seit dem 10. April 1864 als ordentliches Mitglied an. Claus hat eine grosse Anzahl Untersuchungen über Anatomie und Entwickelung niederer Thiere publicirt und ist in weiteren Kreisen besonders durch sein sehr geschätztes und verbreitetes Lehrbuch der Zoologie bekannt geworden.

Sodann sprach Herr Prof. Kossel über:

Protamine.

Wie der Vortragende früher dargethan hat, bilden die Protamine eine Gruppe chemischer Verbindungen, welche bei ihrer Spaltung Hexonbasen liefern. Diese Spaltungsprodukte wurden zunächst aus dem Sturin, dem Protamin des Störspermas erhalten und die bei diesen Untersuchungen benutzten Methoden auf andere Protamine (Clupeïn resp. Salmin) übertragen. Da die Methoden zum Nachweis des Lysins und zur Trennung des noch ungenügend bekannten Histidins vom Arginin recht unvollkommen waren, und nur als Nothbehelf betrachtet werden konnten, hat der Verfasser sich bemüht, die früheren Resultate mit besseren Hülfsmitteln nachzuprüfen.

Eine bessere Methode zum Nachweis des Lysins ergab sich aus dem Verhalten des Pikrats dieser Base, welches sich leicht rein in krystallisirtem Zustand darstellen lässt und in Alkohol nur wenig löslich ist. Auch die Prüfung auf Histidin konnte vollkommener gestaltet werden durch Anwendung der von Hedin beschriebenen Silberverbindung, welche auf Zusatz von Ammoniak zu der mit Silbernitrat versetzten Lösung der Base ausfällt.

Bei Anwendung dieser Prüfungsmittel zeigte sich, dass aus dem Salmin (bez. Clupeïn) kein Histidin und kein Lysin entsteht, wohl aber entstehen diese Basen aus dem Sturin. Hingegen bildet sich aus Clupeïn ein Körper von der Zusammensetzung einer Amidovaleriansäure ($C_5 H_{11} NO_2$).

Herr Dr. Kurajeff hat im hiesigen physiologischen Institut aus den Spermatozoen der Makrele (Scomber spec.) ein Protamin dargestellt, welches sich im Wesentlichen wie Salmin resp. Clupeïn verhielt und bei der Zersetzung mit siedender Schwefelsäure weder Histidin noch Lysin ergab.

In derselben Sitzung (8. Februar 1899) sprach Herr Karl Schaum über:

Die Änderungen des Gefrierpunktes.

Die krystallisierte und die flüssige (amorphe) Phase eines Körpers können nur bei einer bestimmten Temperatur, bei dem Gefrierpunkt, koëxistieren; es ist dies diejenige Temperatur, bei welcher die beiden Phasen gleichen Dampfdruck haben; demgemäss ist der Gefrierpunkt graphisch durch den Schnittpunkt (S) der Dampfdruckkurven für die krystallisierte (kr) und die flüssige Phase (fl) gegeben (Fig. I). Die graphische Darstellung lässt erkennen, dass eine Änderung des Gefrierpunktes nur bei gleichzeitiger Verschiebung einer oder beider Dampfdruckkurven möglich ist.

I. Änderung des Gefrierpunktes durch Änderung des äusseren Druckes.

Die Änderung des Gefrierpunktes (dT) durch Änderung des äusseren Druckes (dp) erfolgt nach der Formel

$$\frac{dT}{dp} = \frac{T\,(V - V')}{r},$$

in welcher T die absolute Temperatur des Gefrierpunktes, V resp. V' die spezifischen Volumina der flüssigen resp. der krystallisierten Phase und r die Schmelzwärme bedeutet. $V - V'$ ist bei fast allen Körpern positiv, eine Erhöhung des äusseren Druckes hat demnach ein Steigen des Gefrierpunktes zur Folge. Das Wasser macht eine bemerkenswerte Ausnahme; da das spezifische Volumen desselben im krystallisierten Zustand grösser ist, als im flüssigen, wird $\frac{dT}{dp}$ negativ, d. h. der Gefrierpunkt des Wassers sinkt durch Druckerhöhung. Die notwendige Vorbedingung zur Änderung des Gefrierpunktes ist, wie schon gesagt wurde, eine Verschiebung der Dampfdruckkurven; daraus ergiebt sich, dass der Dampfdruck einer Substanz bei konstanter Temperatur eine Funktion des auf der Substanz lastenden Druckes ist, dass also Wasser bei 0^0 unter dem Druck von

1 Atmosphäre einen anderen Dampfdruck besitzen muss, als unter einem Druck von 100 Atmosphären. Diese Abhängigkeit des Dampfdrucks vom äusseren Druck hat wohl ihren Grund in der Abhängigkeit der »aktiven Masse« eines Körpers von dem äusseren Druck; dieselbe ist um so grösser, je stärker der Körper durch den auf ihm lastenden Druck komprimiert ist. Die beiden Kurven *kr* und *fl* werden also durch Druckerhöhung nach oben verschoben werden, d. h. der Schnittpunkt *S* wird in das oberhalb des Kurvensystems *fl S kr* gelegene Gebiet ver-

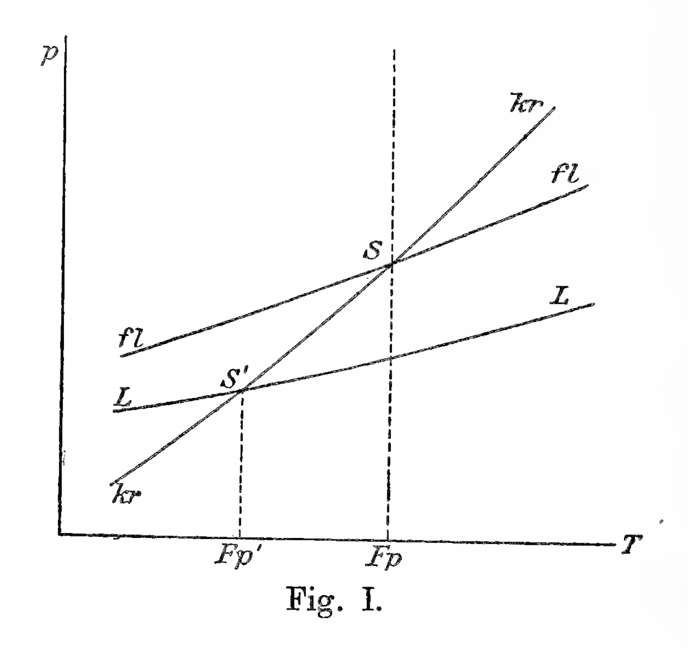


Fig. I.

legt werden, und zwar bei den meisten Körpern rechts von der Ordinate *Fp*, beim Wasser links von derselben liegen. Die sachgemässe Darstellung müsste in einem dreiaxigen Koordinatensystem erfolgen.

II. Änderung des Gefrierpunktes durch Anwesenheit gelöster Stoffe.

Wenn eine oder beide Phasen durch Anwesenheit eines gelösten Stoffes ihren Charakter als chemische Individuen verlieren, so muss sich der Gefrierpunkt ändern.

A. Der fremde Stoff ist nur in einer Phase löslich.

Von dem wenig wahrscheinlichen Fall, dass der fremde Stoff nur in der krystallisierten, nicht aber in der flüssigen Phase

löslich ist, wollen wir zunächst absehen. Was für eine Änderung des Gefrierpunktes tritt ein, wenn ein fremder Körper in der flüssigen Phase gelöst ist? Aus der Lösung scheidet sich die reine krystallisierte Phase bei derjenigen Temperatur aus, bei welcher ihr Dampfdruck gleich ist dem Partialdruck des Lösungsmittels in der Lösung. Nach dem Grundgesetz für die Lösungen (auf gasförmige Lösungen, d. h. Gasgemische hat dasselbe keine Anwendung) ist der Partialdruck einer Substanz in einer Lösung stets kleiner als ihr Dampfdruck im reinen Zustand. Die Kurve für den Partialdruck des Lösungsmittels (*L*, Fig. I) in einer Lösung verläuft daher stets unterhalb der Dampfdruckkurve des reinen Lösungsmittels; der Schnittpunkt *S'* der beiden Kurven *kr* und *L* liegt links von der Ordinate *Fp*, d. h. der Gefrierpunkt sinkt durch Anwesenheit eines gelösten Stoffes in der flüssigen Phase. Es muss genau beachtet werden, dass nur der Partialdruck des Lösungsmittels in Betracht kommt, nicht etwa der gesamte Dampfdruck der Lösung, welcher sehr wohl grösser sein kann, als der des reinen Lösungsmittels, wie bei einer Lösung von Alkohol in Wasser. Die Dampfdruckkurve des Alkohol-Wassergemisches liegt oberhalb der des reinen Wassers; der Schluss, dass der Gefrierpunkt des Gemisches höher sei, als der des Wassers, ist natürlich falsch, da das beim Gefrierpunkt herrschende Gleichgewicht nur durch die Gleichheit des Dampfdruckes des Eises und des Partialdruckes des Wassers bedingt wird.

Der schon erwähnte wenig wahrscheinliche Fall, das der fremde Stoff nur in der krystallisierten Phase löslich ist, würde, wie leicht mit Hilfe graphischer Darstellung ersichtlich, eine Erhöhung des Gefrierpunktes bedingen.

Die Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung einer Lösung von bekannter Konzentration kann der chemischen Forschung ausserordentliche Dienste leisten. Nach dem Raoult'schen Gesetz besitzen nämlich verdünnte äquimolekulare Lösungen, d. h. Lösungen, welche auf gleiche Mengen desselben Lösungsmittels solche Gewichtsmengen verschiedener Substanzen

enthalten, die im Verhältnis ihrer Molekulargewichte stehen, gleiche Gefrierpunktserniedrigung; man ist daher im Stande, aus der beobachteten Gefrierpunktserniedrigung Δ einer $p^0/_0$ igen Lösung das Molekulargewicht m der gelösten Substanz nach der Formel

$$m = E \frac{p}{\Delta}$$

zu berechnen, in welcher E die »molekulare Gefrierpunktserniedrigung« für das angewandte Lösungsmittel bedeutet, d. h. die Erniedrigung, welche eine Grammolekel in 100 Gramm des Lösungsmittels gelöst bedingen würde (falls auf eine solche Lösung das Raoult'sche Gesetz noch Anwendung fände). Diese Konstante lässt sich mittels einer löslichen Substanz von bekannten Molekulargewicht experimentell bestimmen, sowie aus der Schmelzwärme des Lösungsmittels rechnerisch ermitteln.

a) Gefrierpunktserniedrigung durch künstlichen Zusatz löslicher Stoffe.

Aus dem Gesagten ist leicht ersichtlich, welch vortreffliches Mittel zur Bestimmung des Molekulargewichtes von Elementen und Verbindungen wir in der leicht ausführbaren Messung der Gefrierpunktserniedrigung besitzen.

b) Gefrierpunktserniedrigung durch freiwillige Bildung löslicher Stoffe.

Eine Erniedrigung des Gefrierpunktes kann auch ohne künstlichen Zusatz eines Stoffes dadurch zu Stande kommen, dass sich freiwillig in der Flüssigkeit eine lösliche Substanz bildet. Dies wird vornehmlich bei chemisch-isomeren hylotropen Körpern eintreten, d. h. bei Körpern, welche befähigt sind, im flüssigen (ebenso wie im gelösten oder dampfförmigen) Zustand sich direkt durch metamere Umlagerung oder durch Polymerisation (resp. Dissoziation) bis zum Eintritt eines Gleichgewichtszustandes in einander umzuwandeln. Schmilzt man eine

derartige Substanz, so muss der Gefrierpunkt allmählich sinken, falls die Herstellung des Gleichgewichtes nicht allzuschnell erfolgt. Man wird durch geeignetes Verfolgen der allmählichen Gefrierpunktserniedrigung demnach im Stande sein, die Reaktionsgeschwindigkeit der metameren Umwandlung zu bestimmen; bei polymeren Umwandlungen kann man auch, wie weiter unten gezeigt werden soll, das Verhältnis der Molekulargewichte der polymeren Formen ermitteln.

a) Gefrierpunktserniedrigung durch metamere Umwandlung habe ich noch nicht untersucht, doch hoffe ich bald an geeigneten Beispielen Versuche anstellen zu können. Die Ergebnisse werden vielleicht für das Tautomerieproblem von Nutzen sein[1]).

b) Gefrierpunktserniedrigung durch polymere Umwandlung hat schon vor längeren Jahren Gernez am Schwefel beobachtet. Er fand, dass der Gefrierpunkt des Schwefels davon abhängig ist, auf welche Temperatur der flüssige Schwefel erhitzt worden war, und schreibt die Erniedrigung des Gefrierpunktes sachgemäss der Bildung einer neuen Schwefelmodifikation zu, welche im gewöhnlichen flüssigen Schwefel gelöst bleibt. Die neue Modifikation ist nach der unzweifelhaft richtigen Auffassung von Gernez identisch mit dem sogenannten amorphen Schwefel, der bekanntlich durch Erhitzen des gewöhnlichen Schwefels und Beseitigen der krystallisierten Form durch Behandeln mit CS_2 erhalten wird. Im experimentellen Anhang wird gezeigt werden, dass die Umwandlung des gewöhnlichen Schwefels in den amorphen jedenfalls eine Dissoziation ist; da nun der Schwefel im gelösten Zustand die Molekel S_8 besitzt, wollen wir vorläufig annehmen, dass ihm im Schmelzfluss die gleiche Molekulargrösse zukommt; alsdann wären folgende Dissoziationsgleichungen in Betracht zu ziehen:

---

1) Von Bancroft und seinen Schülern ist das Verhalten von Gemischen stereoisomerer Formen beim Erstarren untersucht worden. The Journ. of Phys. Chem. Bd. 2.

$$\text{I.}\quad S_8 \rightleftarrows 2\,S_4;$$
$$\text{II.}\quad S_8 \rightleftarrows 4\,S_2;$$
$$\text{III.}\quad 3\,S_8 \rightleftarrows 4\,S_6;$$

die den drei Gleichungen entsprechenden Reaktionsgeschwindigkeiten wären folgende:

$$\text{I.}\quad \frac{dx}{dt} = k(A-x) - k'(B+2\,x)^2;$$
$$\text{II.}\quad \frac{dx}{dt} = k(A-x) - k'(B+4\,x)^4;$$
$$\text{III.}\quad \frac{dx}{dt} = k(A-x)^3 - k'(B+\tfrac{4}{3}\,x)^4;$$

wenn A und B die zur Zeit 0 vorhandenen molekularen Mengen von gewöhnlichen und amorphen Schwefel, x die nach Verlauf der Zeit t umgewandelte Menge des gewöhnlichen Schwefels bedeutet. Die rechnerische Durchführung der Gleichungen II und III wird ihre Schwierigkeit haben; falls sie gelingt, wird sich entscheiden lassen, welcher Dissoziationsgleichung die Schwefelumwandlung entspricht, und damit wäre das bisher nicht bestimmbare Molekulargewicht des amorphen Schwefels, oder — falls dem flüssigen Schwefel nicht das Molekulargewicht S_8 zukäme — doch wenigstens das Verhältnis der beiden Molekulargewichte ermittelt. Die molekulare Gefrierpunktserniedrigung des Schwefels lässt sich aus der Schmelzwärme berechnen; A, B und x lassen sich demnach unter Annahme desjenigen Molekulargewichts für den amorphen Schwefel, welcher der betreffenden in Betracht kommenden Gleichung entspricht, nach der Raoult'schen Formel finden.

B. Der fremde Stoff ist in beiden Phasen löslich.

Vermag sich der fremde Stoff nicht nur in der flüssigen, sondern auch in der krystallisierten Phase des Lösungsmittels zu lösen, so scheidet sich beim Gefrierpunkt nicht reines Lösungsmittel, sondern eine krystallisierte (feste) Lösung aus.

Vornehmlich ist dies der Fall bei isomorphen Körpern, d. h. bei solchen Stoffen, welche innerhalb mehr oder weniger weiter Grenzen Mischkrystalle mit kontinuierlich variabler Zusammensetzung zu bilden vermögen. Viele isomorphe Substanzen vermögen in allen Verhältnissen zusammenzukrystallisieren.

Wollen wir die Änderungen des Gefrierpunktes für den Fall, dass eine feste Lösung auskrystallisiert, diskutieren, so müssen wir in Betracht ziehen, ob der gelöste Stoff einen so kleinen Dampfdruck in den Lösungen zeigt, dass er demjenigen des Lösungsmittels gegenüber vernachlässigt werden kann. Alsdann würden in Fig. III die Kurven, welche den allein massgebenden Partialdrucken des Lösungsmittels entsprechen, unterhalb denjenigen des Lösungsmittels liegen. Erleidet der Dampfdruck der krystallisierten Phase eine stärkere Erniedrigung als derjenige der flüssigen Phase, so steigt der Gefrierpunkt, wie eine entsprechende Vervollständigung der graphischen Darstellung zeigen würde. Ist das Umgekehrte der Fall, so sinkt der Gefrierpunkt. Werden die Dampfdrucke beider Phasen um den gleichen Betrag erniedrigt, so bleibt der Gefrierpunkt konstant.[1]

Darf jedoch der Dampfdruck des gelösten Stoffes gegenüber demjenigen des Lösungsmittels nicht vernachlässigt werden, und das wird bei isomorphen Mischungen häufig der Fall sein, so haben wir die Lösungen als flüchtige Gemische aufzufassen, d. h. als Systeme, aus denen gleichzeitig beide Stoffe verdampfen. Die alsdann aus der flüssigen Lösung sich abscheidende feste Lösung muss nicht nur gleichen Dampfdruck wie jene haben, sondern es müssen auch die Partialdrucke des nämlichen Komponenten in beiden Lösungen gleich sein, weil sonst kein Gleichgewicht herrschen könnte. Die graphische Darstellung liefert uns das in Fig. II gegebene Bild. $A\,kr$ und $A\,fl$ sind die Kurven für die Partialdrucke des Stoffes A in der krystallisierten und

---

1) Vgl. G. Bodländer, Über feste Lösungen. Neues Jahrb. f. Mineralogie 1898, pag. 70.

in der flüssigen Lösung; ebenso sind *Bkr* und *Bfl* die Kurven für die Partialdrucke des Stoffes *B* in den beiden Lösungen. Die Kurve für die Gesammtdrucke der krystallisierten Lösung *Lkr* und für die flüssige Lösung des *Lfl* sind additiv durch die einzelnen Partialdrucke bestimmt. Beispielsweise ist der Gesammtdampfdruck ad beim Gefrierpunkt gleich $ac + ab$.

Wollen wir den Gefrierpunkt einer flüssigen isomorphen Mischung, die als flüchtiges Gemisch betrachtet werden muss,

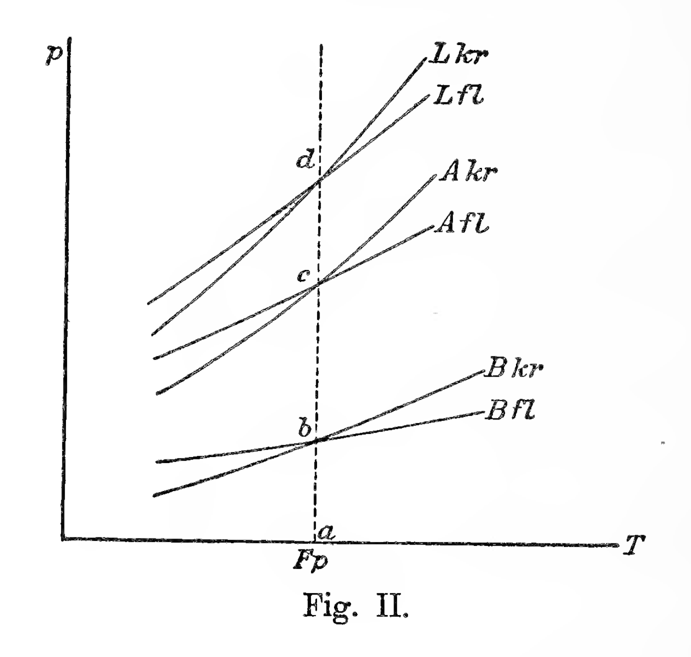


Fig. II.

graphisch darstellen, so haben wir, wie aus dem Gesagten hervorgeht, die Kurven für die Gesammtdrucke der beiden Lösungen in das Koordinatensystem einzutragen. Welche Lage werden diese Kurven zu denjenigen für das reine Lösungsmittel einnehmen?

Für flüchtige Gemische gilt — wenigstens innerhalb des Gebietes der verdünnten Lösungen — nach Nernst[1]) die Beziehung, dass der gesammte Dampfdruck der Lösung kleiner ist, als der des Lösungsmittels, wenn die Konzentration des gelösten Stoffes in der Lösung (C) grösser ist als die Konzentration desselben im Dampf (C_1), wenn also $\frac{C_1}{C} < 1$. Ist $\frac{C_1}{C} > 1$, so

1) Nernst, Z. phys. Chem. 8, 124 (1891).

ist der Gesammtdampfdruck grösser als der des Lösungsmittels. Ist $\frac{C_1}{C} = 1$, so ist der Dampfdruck der Lösung gleich dem des Lösungsmittels.[1]) In all diesen Fällen ist, wie nochmals betont werden mag, der Partialdruck jedes Komponenten in einer Lösung kleiner, als desselben im reinen Zustand; ebenso ist auch die Partiallöslichkeit jedes Komponenten einer isomorphen Mischung (auch eines Doppelsalzes) geringer, als die des Stoffes im reinen Zustand.

Man wird annehmen dürfen, dass $\frac{C_1}{C} > 1$ ist, wenn der Dampfdruck des gelösten Stoffes im reinen Zustand beim Gefrierpunkt des Lösungsmittels ziemlich gleich oder grösser ist, als dessen Dampfdruck, dass dagegen $\frac{C_1}{C} < 1$, wenn der Druck des Lösungsmittels bedeutend grösser ist, als der des zu lösenden Stoffes.

Die Fig. III lässt erkennen, dass zur Verschiebung des Gefrierpunktes S in das Gebiet a eine Erhöhung beider Dampfdruckkurven, zur Verschiebung in das Gebiet b eine Erniedrigung derselben erforderlich ist. (Eine Verschiebung in die Gebiete c und d würde eine ungleichartige Änderung der beiden Kurven erfordern; die eine müsste nach oben, die andere nach unten verschoben sein). Liegt der Gefrierpunkt des zu lösenden Stoffes beispielsweise bei x, so ist der Dampfdruck desselben beim Gefrierpunkt des Lösungsmittels höchstwahrscheinlich grösser, als dessen Dampfdruck; daher wird der Gefrierpunkt S in das Gebiet a verschoben werden; analog werden die Dampfdruckkurven einer verdünnten Lösung von S in x unterhalb derjenigen von x verlaufen. Das Umgekehrte wird eintreten, wenn isomorphe Gemische der Körper S und y in Frage kommen. Ob eine Erhöhung oder eine Erniedrigung des Gefrierpunktes stattfindet,

---

1) Ostwald, Lehrb. d. allg. Chem. 2. Aufl. II, 2; pag. 589.

hängt, wie schon oben besprochen, von dem Verhältnis der Dampfdruckänderung der festen und der flüssigen Lösung ab.

Die Schmelzpunkte von isomorphen Gemischen wechselnder Zusammensetzung liegen wie Küster[1]) gezeigt hat, falls die Gefrierpunkte der reinen Stoffe nicht weit von einander entfernt sind, auf einer von der die beiden Gefrierpunkte verbindenden Graden nicht stark abweichenden Kurve. Liegen dagegen die Schmelzpunkte der reinen Substanzen sehr weit auseinander, so

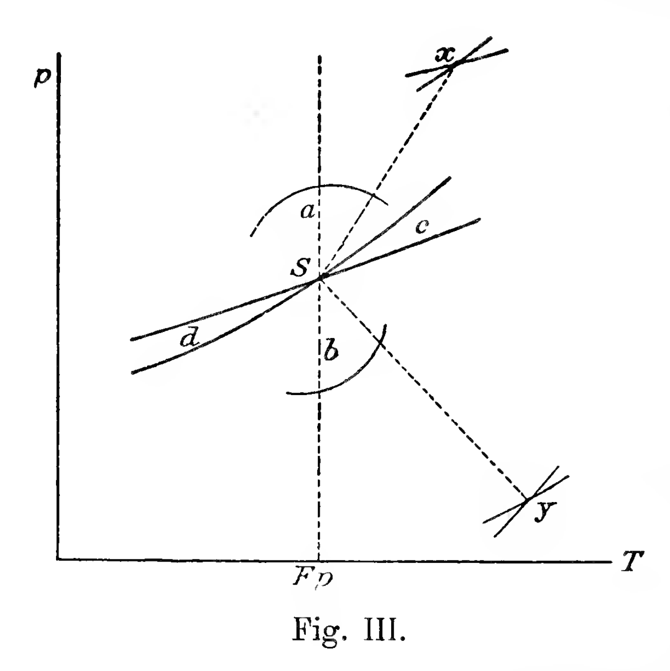


Fig. III.

ist nach Garelli[2]) und Bruni[3]) die Abweichung der Gefrierpunktskurve von der graden Linie eine recht beträchtliche.

Anhang.

Experimentelle Untersuchungen über die Umwandlung des Schwefels durch Erhitzen.

Die allmähliche Erniedrigung des Gefrierpunktes am Schwefel habe ich verfolgt, indem ich schnell geschmolzenen, reinen Schwefel im Beckmann'schen Apparat ohne Luftmantel in ein

1) Z. phys. Chem. 8, 584 (1891).
2) Gazz. chim. 1894. II, 263.
3) Gazz. chim. 1898. II, 322.

Glycerinbad von konstanter Temperatur tauchen liess und von Zeit zu Zeit möglichst rasch in einem anderen Bad von geeigneter Temperatur unter Anwendung eines Luftmantels den Gefrierpunkt dieser Schwefelmenge bestimmte. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

T = 121,4.				T = 131,1.				T = 140,6.			
t.	Fp.	t.	Fp.	t.	Fp.	t.	Fp	t.	Fp.	t.	Fp.
0	118,7	0	118,75	0	118,5	0	118,2	0	117,5	0	118,0
13	118,1	7	118,5	11	118,1	10	117,75	12	116,25	8	117,2
30	117,8	23	118,05	24	117,4	19	117,25	25	115,15	19	116,0
54	117,3	42	117,5	39	116,7	30	116,85	44	113,8	30	115,2
77	116,9	58	117,1	62	115,9	45	116,3	64	112,9	45	114,3
110	116,45	83	116,7	77	115,4	64	115,85	88	112,15	63	113,3
144	115,9	103	116,4	93	115,2	85	115,1	113	111,7	75	112,9
185	115,55	121	116,2	109	114,85	—	—	∞	111,6	—	—
285	114,75	143	116,05	136	114,2	—	—				
415	113,95	182	115,5	∞	112,5	—	—				
∞	113,55	—	—								

Unter Fp. sind die nach t Minuten (vom Moment des Einstellens in das Glycerinbad an gerechnet) beobachteten Gefrierpunkte verzeichnet. Die Tabelle zeigt, dass die Reaktionsgeschwindigkeit mit steigender Temperatur sehr stark zunimmt; ferner ist ersichtlich, dass der Gleichgewichtszustand von der Temperatur abhängig ist, dass also (nach thermodynamischen Gesetzen) die sich abspielende Reaktion mit Wärmetönung verbunden ist, und zwar dass sie, da mit steigender Temperatur eine Verschiebung des Gleichgewichtszustandes zu Gunsten des amorphen Schwefels erfolgt, eine thermonegative (endotherme) ist. Wir können daher mit Wahrscheinlichkeit schliessen, dass es sich bei diesem Vorgang um eine Dissoziation handelt.

Der Gefrierpunkt im Glycerin- oder Wood'schen Metallbad stark erhitzten Schwefels wurde in der Weise bestimmt, dass derselbe an der Luft möglichst rasch abgekühlt und dann in das Bad mit Luftmantel getaucht wurde. Bei diesen Versuchen machte ich eine interessante Wahrnehmung. Bekanntlich wird

der Schwefel bei höherer Temperatur (bei meinen Versuchen bei zirka 168°) sehr plötzlich so zäh, dass man den Rührer nur noch schwer bewegen kann. Bei diesem Zähwerden beobachtete ich ein starkes Fallen des im Schwefel befindlichen Thermometers, obgleich die Temperatur im Heizbad in schnellem Steigen begriffen war; das Thermometer sank beispielsweise von 168,0 auf 166,3; von 168,6 auf 166,8; von 167,8 auf 166,8, um dann wieder zu steigen; es findet demnach bei dieser Temperatur eine Umwandlung beträchtlicher Mengen des gewöhnlichen Schwefels in eine isomere Form statt. Bei sinkender Temperatur geht die Rückwandlung mit grosser Geschwindigkeit vor sich; bei zirka 155° ist der Schwefel wieder völlig dünnflüssig, auch liegt der Gefrierpunkt des auf zirka 170° erhitzten Schwefels nicht viel unter dem auf zirka 140° erhitzten. Lässt man nun den Schwefel ganz erstarren, so sinkt zunächst die Erstarrungstemperatur allmählich wegen der zunehmenden Konzentration der Lösung; denn beginnt sie — bei gleichzeitig fallender Badtemperatur — zu steigen, um nach Erreichung eines Maximums wieder zu sinken, wie folgende Tabelle zeigt:

t	T in Schmelzfluss	T in Bad	t	T in Schmelzfluss	T in Bad
0	110,8	105	10	110,7	97,5
2	110,5	104	10,5	110,8	97
4	110,3	103	11	110,85	96,8
6	110,2	101	13	110,7	96
8	110,3	100	17	110,1	93,5
8,5	110,6	98	—	—	—

Das Steigen der Temperatur im erstarrenden Gemisch wird wohl auf die freiwerdende Polymerisationswärme zurückgeführt werden müssen.

In der folgenden Tabelle sind die Gefrierpunkte ziemlich hocherhitzten Schwefels verzeichnet, ferner das Temperaturintervall, in welchem der erstarrende resp. erstarrte Schwefel gehalten wurde, sowie die »Erstarrungszeit«, und der nach Verlauf derselben beobachtete Gefrierpunkt.

Erhitzt auf	Fp.	Erstarrungs-Temp.	Erstarrungs-Zeit	Fp.
169	111,0	111,0—109,6	15 Min.	115,95
168,5	110,6	110,6—106,6	30 „	116,9
168	110,8	110,8—70	45 „	118,1
168	110,8	110,8—109,6	45 „	117,9
268	112,2	112,2—111,9	17,5 „	115,8.

Wenngleich also schon während zirka 15 Minuten langem Halten bei der Erstarrungstemperatur der grösste Teil des amorphen Schwefels zurückverwandelt wird, so ist doch zur Erzielung eines von amorphem Schwefel möglichst freien Krystallkonglomerates ziemlich lange Erstarrungszeit nötig.

Gernez hat bereits gezeigt, dass sehr hoch (auf 200—440°) erhitzter Schwefel einen höheren Gefrierpunkt zeigt, als Schwefel, welcher nur auf 170° erhitzt worden war; während Gernez als tiefste Temperatur des sehr hoch erhitzten Schwefels 114,3° angiebt, erhielt ich, wie die folgenden Zahlen zeigen, weit tiefere Gefrierpunkte, doch erreichte ich nicht solch tiefe Punkte, wie bei dem auf 170° erhitztem Schwefel.

Erhitzt auf	Fp.	Erhitzt auf	Fp.
250	111,0	350	111,8
268	112,2	355	112,25
350	111,1	360	112,6.

Der Schwefel, welcher zwischen 168° und 250° sehr zäh ist, wird oberhalb dieser Temperatur wieder ganz dünnflüssig; bei fallender Temperatur scheint die Zähigkeit nicht solch hohe Werte anzunehmen, wie bei steigender Temperatur. Um mir einen — allerdings nur annähernden — Begriff von der Zähigkeit zu machen, bestimmte ich die Fallzeit des Platinrührers von der Oberfläche der Flüssigkeit bis zum Boden des Gefässes. Während bei steigender Temperatur beispielsweise eine maximale Fallzeit von 11 Sek. zwischen 190 und 195° erhalten wurde, ergab sich bei fallender Temperatur ein Maximum von 9,5 Sek. bei 205°. In anderen Versuchsreihen waren die Diffe-

renzen noch weit beträchtlicher; die Versuchsergebnisse sind jedenfalls von der Abkühlungsgeschwindigkeit abhängig.

Eigentümlich ist folgende Erscheinung. Der nach dem Erhitzen auf zirka 350⁰ beobachtete Schmelzpunkt stieg im Erstarrungsbad allmählich an und begann darauf wieder zu sinken. Wurde der Schwefel alsdann in ein Bad von 131,1⁰ getaucht, so stieg der Gefrierpunkt sehr schnell auf eine Temperatur an, welche weit oberhalb der Gefriertemperatur 112,5 (vgl. Tabelle auf pag. 37) liegt, welche durch den der Badtemperatur entsprechenden Gleichgewichtszustand bedingt würde. Darauf erfolgte wieder ein Fallen des Gefrierpunktes, aber mit grösserer Geschwindigkeit, als der Badtemperatur entspricht, auch erhielt ich immer einen um zirka 0,3⁰ zu hohen Gefrierpunkt im Gleichgewichtszustand.

Möglicherweise spielen verwickeltere Gleichgewichtszustände, die sich bei höheren Temperaturen durch weitere, stufenweise Dissoziation ausbilden, und bei tiefer Temperatur nur langsam rückgängig werden, bei diesen Erscheinungen mit, doch bedarf es noch weitern experimentellen Untersuchungen, um diesen Punkt aufzuklären. Es seien nur noch die Zahlen aus einer Versuchsreihe für die eben besprochenen Beobachtungen angeführt:

t	Badtemp.	Fp.
0	110	111,8
5	110	112,4
12	110	112,6
13	110	112,4
18	131,1	114,2
24	131,1	113,9
48	131,1	112,9
150	131,1	112,8.

Endlich legte Herr Kayser eine Suite von Versteinerungen aus dem Kalk des bekannten grossen Braunsteinwerkes, der »Lindner Mark« unweit Giessen vor. Einen Theil dieser Versteinerungen verdankt der Vortragende zwei ihm befreundeten Giessener Liebhabern der Geologie; die meisten aber brachten er und sein Assistent, Herr Cand. H. Lotz, durch eigenes, mit grösseren Sprengarbeiten verbundenes Sammeln in den beiden letzten Jahren zusammen.

Während man bisher aus dem Kalk und Dolomit der Lindner Mark keine anderen Reste als undeutliche Korallen und Stromatoporen kannte, so handelt es sich jetzt um z. Th. sehr gut erhaltene Zweischaler, Gastropoden und Brachiopoden. Die Fauna beweist mit aller Sicherheit, dass der fragliche Kalk den Stringocephalen-Schichten oder dem jüngeren Mitteldevon angehört.

Das in Kalken dieses Alters sonst nicht leicht fehlende Hauptleitfossil selbst, Stringocephalus Burtini, hat sich allerdings im Kalk der Lindner Mark bisher ebensowenig gefunden, wie in anderen ähnlichen Kalken in der näheren Umgebung Giessens; dafür treten aber andere sehr bezeichnende Arten des Stringocephalenkalkes auf, wie Murchisonia coronata, Natica subcostata, Macrochilus arculatum u. a.

Eine der häufigsten Schnecken steht der bekannten Paffrather Rotella heliciformis sehr nahe, erreicht indess reichlich doppelte Grösse und hat auffallend stark entwickelte Nabelschwielen. Zu den bemerkenswerthesten Formen der Fauna aber gehören unstreitig ein paar neue, bis handgross werdende, durch starke Radialkiele ausgezeichnete Megalodon - Arten, von denen Exemplare mit völlig freigelegtem Schloss vorgelegt wurden. Die gewöhnliche Paffrather Art, Megal. cucullatus, scheint dem in Rede stehenden Kalk zu fehlen.

Die interessante Fauna soll demnächst in den Schriften der Gesellschaft beschrieben und, soweit erforderlich, abgebildet werden.

Am 8. Februar 1899 wurde der Privatdocent für Frauenkrankheiten an hiesiger Universität Herr Dr. Fritz Kühne znm ausserordentlichen Mitglied der Gesellschaft gewählt.

Aufgelegte Schriften:

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. XXXIII, No. 13—27. Vol. XXXIV, No. 1. Boston 1898.
Missouri Botanical Garden. 9. Report. St. Louis 1898.
Bulletin of the U. S. Agriculture Experiment Station of Nebraska. Vol. X, Bull. 50—54. Lincoln 1898.
Informe de Museo Nacional de Costa Rica. San Jose. 1898.
The American Naturalist. Vol. XXXII, No. 378—385. Boston 1898.
Revista do Museu Nacional de Rio de Janeiro. Vol. I. Rio de Janeiro 1896.
Comunicaciones del Museo Nacional de Buenos Aires. Tom. I, No. 1 und 2. Buenos Aires 1898.
Tuffts College Studies. No. 5. Tuffts College. Mass. 1898.
Transactions of the Meriden Scientlfic Association. Vol. VIII. Meriden Conn. 1898.
American Microscopical Journal. 12 Hefte. Detroit 1898.
75. Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur, nebst Ergänzungsheft 1. Breslau 1898.
Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Band XXI, Heft 2; Band XXIV, Heft 3. Bericht 1898. Frankfurt a. M. 1898.
Jahresbericht über die Verwaltung des Medicinalwesens der Stadt Frankfurt a. M. Jahrg. XLI. Frankfurt a. M. 1898.
Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark. Heft 34. Graz 1898.
Jahresbericht und Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Magdeburg. 1896/98. Magdeburg 1898.
Jahresbericht des Vereins für Naturkunde in Zwickau für 1897. Zwickau 1898.
Jahresbericht der naturforschenden Gesellsehaft Graubündens. N. F., Bd. XLI, nebst Beilage: Die Fische. Chur 1898.
Archives du Musée Teyler. Ser. II. Vol. VI, II. Haarlem 1898.
Crustacea of Norway bei G. O. Sars. Vol. II, Part. XI, XII. Bergen 1898.
Tromsoe Museums Aarshefter. 19. Aarsberetning for 1895 und 1896. Tromsoe 1897/98.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 3 **März** **1899**

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 7. März 1899 sprach Herr R. Schenck über die Ergebnisse einer in Gemeinschaft mit Herrn Andr. Kreichgauer unternommenen Untersuchung:

Über den Einfluss von Säuren auf das optische Drehungsvermögen von Asparaginlösungen.

Die optische Activität des Asparagins ist schon vor langer Zeit, 1850, von Pasteur festgestellt worden, ebenso die merkwürdige Erscheinung, dass die Drehungsrichtung wechselt, je nachdem die Lösung sauer oder neutral ist. Weiter haben sich Champion und Pellet sowie A. Becker mit diesem Gegenstand beschäftigt. Das Ergebnis ihrer Untersuchungen ist, dass starke Säuren starke Rechtsdrehung erzeugen, während Essigsäure in verdünnten Lösungen schwache Linksdrehung, in concentrierten Lösungen schwache Rechtsdrehung verursacht, bei einer bestimmten Concentration wird das Drehungsvermögen völlig aufgehoben.

Über die Ursache dieser auffälligen Erscheinung sagen sie nichts aus.

Das Asparagin ist, wie die elektrische Leitfähigkeit zeigt, eine sehr schwache Base und ihre Salze sind in wässriger Lösung, wie das bei schwachen Basen stets der Fall ist, in sehr weitgehendem Masse hydrolytisch gespalten, d. h. in freie Base und

freie Säure zerfallen. Untersuchungen über die Hydrolyse des Chlorides und Sulfates sind von Walker angestellt.

Es lag nun die Vermutung nahe, dass das optische Verhalten der Asparaginsalze in Lösungen durch die Hydrolyse bedingt sei.

Die Asparaginsalze zerfallen in freies Asparagin und freie Säure, jedoch ist dieser Zerfall nicht vollständig, es besteht vielmehr ein Gleichgewicht, welches sich durch folgende umkehrbare Formel ausdrücken lässt

$$\text{Asparaginsalz} \times H_2O \rightleftarrows \text{Asparagin} + \text{Säure}.$$

Und es gilt, falls die Säure eine starke ist, für die auftretenden Molekülgruppen, wie von Walker gezeigt wurde, die Beziehung

$$\frac{\text{Säure} \times \text{Asparagin}}{\text{Salz}} = \text{Const.}$$

An optisch activen Molekülen haben wir ausser dem freien Asparagin die Ionen des Asparaginsalzes. Die Drehung der Lösung setzt sich additiv aus den Drehungen dieser Complexe zusammen.

Die erste Aufgabe war es, die specifischen Drehungen, sowohl des Asparagins selbst als der Ionen des Asparaginsalzes zu ermitteln. Wir verwendeten stets, um von Concentrationseinflüssen unabhängig zu sein, Lösungen mit 0,1 g Mol. auf 1 Liter Lösung. Die Drehung wurde beobachtet im 60 cm-Rohr eines Landolt'schen Halbschattenapparates mit dreiteiligem Gesichtsfeld. Ausserdem wurde die Temperatur constant auf 25° gehalten.

Reine Asparaginlösungen zeigten unter den angegebenen Bedingungen einen Drehungswinkel von — 0,51°, es entspricht dieses einer specifischen Drehung

$$[\alpha]_D^{25^0} = -6{,}50.$$

Die spec. Drehung der Asparaginionen wurde an einer Lösung in fünffach normaler Salzsäure ermittelt. Wir dürfen annehmen, dass in einer solchen Lösung die hydrolytische Spaltung fast

vollständig zurückgedrängt ist, und dass wir lediglich die Ionen des Asparaginsalzes in der Lösung haben. Die beobachtete Drehung war + 2,75°, die specifische Drehung ergiebt sich hieraus zu

$$[\alpha]_D^{25^0} = -34,76.$$

Eine Erhöhung der Säureconcentration verändert diesen Wert nicht mehr.

Die specifischen Drehungen aller Asparaginsalzlösungen bewegen sich zwischen diesen beiden Endwerten.

Aus der oben angeführten Gleichung

$$\frac{\text{Säure} \times \text{Asparagin}}{\text{Salz}} = \text{const.}$$

geht hervor, dass mit abnehmender Säuremenge die Menge der Asparaginbase sich vermehren muss, was natürlich nur auf Kosten des Salzes geschehen kann. Das Salz ist völlig elektolytisch in seine Ionen gespalten und diese Ionen zeigen starke Rechtsdrehung. Je geringer nun die Concentration der Säure ist, um so weniger positiv drehende Moleküle und um so mehr negativ drehende sind vorhanden. Ist unsere Annahme, dass das optische Verhalten einer Asparaginlösung wesentlich durch die Hydrolyse bedingt ist, richtig, so muss mit abnehmender Säureconcentration die positive Drehung abnehmen und allmählig in eine negative übergehen.

Die Messungen an Salzsäure lieferten folgende Resultate.

Faktur der Säure:	Spec. Drehung:
5,0	+ 34,76
2,5	+ 34,72
1,0	+ 31,76
0,2	26,30
0,1	23,16
0,075	18,26
0,05	10,70
0,025	2,82
0,01	— 2,67

Ein ähnliches Verhalten zeigen sämmtliche untersuchten Säuren. Die Drehung wird also bei abnehmender Säureconcentration thatsächlich nach links verschoben.

Die hydrolytische Spaltung von Salzen schwacher Basen ist nun weiter abhängig von der electrolytischen Dissociation der Säure. Die Hydrolyse ist eine Function der Concentration der freien Wasserstoffionen. Es muss demnach, wenn die Grösse der optischen Drehung von Asparaginlösungen von der Grösse der Hydrolyse abhängt, der Wert der optischen Drehung mit abnehmender electrolytischer Dissociation abnehmen. Die Messungen an einer grösseren Zahl von Säuren bestätigten diese Annahme. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt für Lösungen, in denen 0,1 Mol. Säure und 0,1 Mol. Asparagin pro 1 Liter enthalten sind. Colonne I. enthält die Werte für die beobachteten specifischen Drehungen, die Säuren sind nach der Grösse dieser Constante geordnet, Colonne II. und III. enthalten die relativen Reactionsgeschwindigkeiten bei der Methylacetatverseifung und bei der Zuckerinversion, die ja ein Mass für die Wasserstoffionenconcentration, für die Grösse der electrolytischen Dissociation der Säuren, sind.

	I. $[\alpha]_D^{25^0}$	II.	III.
Salzsäure	+ 23,16	100	100
Bromwasserstoffsäure	22,79	98	101
Salpetersäure . . .	22,64	91	100
Trichloressigsäure .	22,53	68,2	75,4
Schwefelsäure . . .	19,00	73,9	73,2
Oxalsäure	9,51	17,6	18,6
Monochloressigsäure.	5,87	4,3	4,8
Phosphorsäure. . .	3,57	—	6,1
Malonsäure	1,53	2,87	3,08
Milchsäure	— 0,52	0,9	1,07
Citronensäure . . .	— 1,41	1,63	1,73
Ameisensäure . . .	— 1,94	1,31	1,53
Essigsäure	— 5,02	0,34	0,4
Bernsteinsäure. . .	— 5,09	0,5	0,55

Wie wir sehen, ist im Grossen und Ganzen Parallelismus zwischen den einzelnen Reihen vorhanden, die kleinen Abweichungen erklären sich daraus, dass bei den kleinen Drehungswinkeln, wie sie Lösungen mit schwachen Säuren zeigen, die Ablesung nicht mehr mit der genügenden Genauigkeit vorgenommen werden kann.

Weiter üben alle Einflüsse, welche geeignet sind, die elektrolytische Dissociation der Säuren zu verändern, einen Einfluss auf die optische Drehung der Asparaginsalzlösungen aus. Aus den Untersuchungen von Arrhenius folgt, dass die Dissociation der Säuren durch die Gegenwart von Neutralsalzen mit gleichem Säureion zurückgedrängt wird. Wir durften erwarten, dass die Drehung von Asparaginsalzlösungen durch die Gegenwart von Neutralsalzen der betr. Säuren nach links verschoben würde. Der Versuch bestätigte diese Vermutung.

Eine Lösung von 0,1 Asparagin und 0,1 Ameisensäure ergiebt eine spec. Drehung von — 1,94°. Lösen wir zu gleicher Zeit noch 0,5 Mol. Natriumformiat darin auf, so geht sie zurück auf — 3,53°.

Das gleiche Verhalten findet sich in milchsauren Asparaginlösungen wieder:

Milchs. Asparagin 0,1 normal $[\alpha]_D^{25^0} = -0,52$

" " 0,1 + 0,5 Calciumlactat $= -2,75$.

Aus allen diesen Untersuchungen geht mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor, dass das eigentümliche optische Verhalten der Asparaginsalzlösungen durch die Hydrolyse verursacht wird.

Die Gegenwart zweier verschiedener optisch aktiver Gruppen wird wahrscheinlich eine anomale Rotationsdispersion bedingen, die Gegenstand weiterer Untersuchungen sein soll.

Weiter referierte der Vortragende über die Ergebnisse einer zweiten Arbeit, die er in Gemeinschaft mit Herrn Cand. Schneider unternommen hat. Sie schliesst sich an die früheren Untersuchungen des Redners über krystallinische Flüssigkeiten an und behandelt

Stoechiometrische Untersuchungen an den krystallinischen Flüssigkeiten.

Der Uebergangspunkt aus der anisotropen in die isotrope Flüssigkeit beim p-Azoxyanisol wird durch Zusatz fremder Stoffe bedeutend erniedrigt, und es eignet sich diese Depression ebenso wie eine Gefrierpunktsdepression zur Bestimmung des Molekulargewichtes der gelösten Substanzen. Es wurde die Brauchbarkeit dieser Methode an einer grossen Zahl von chemischen Körpern, die verschiedenen Gruppen angehören, geprüft und gefunden, dass bei Estern, Kohlenwasserstoffen, Ketonen, Chinonen, Azoxykörpern das gefundene Molekulargewicht mit dem aus der Formel berechneten übereinstimmen, während sich bei hydroxylhaltigen Körpern, namentlich bei Nitrophenolen und bei Dioxybenzolen und Dioxynaphtalinen Abweichungen ergeben, die darauf deuten, dass diese Körper in Lösung zu Molekularassoziationen neigen, bei den Dioxynaphtalinen scheint die Stellung der Hydroxylgruppen einen Einfluss auszuüben. Das p-Azoxyanisol als Lösungsmittel verhält sich also ganz so wie die anderen für Molekulargewichtsbestimmungen verwendeten Substanzen, wie Naphthalin, Aethylenbromid, Phenol etc. Auch dort zeigen die hydroxylhaltigen Verbindungen Neigung zu Molekularassoziationen.

Auch die anderen Substanzen, welche flüssige Krystalle bilden, zeigen wie das p-Azoxyanisol beim Zusatz fremder Körper eine sehr grosse Depression des Umwandlungspunktes. Wir haben die Erniedrigung bestimmt, welche 1 g Mol. gelöster Substanz in 100 g Lösungsmittel hervorbringt, und gefunden, dass sie für p-Azoxyphenetol $\Delta = 708^0$,
für Cholesterylbenzoat $= 1161^0$ beträgt.

Als Lösungsmittel für Molekulargewichtsbestimmungen sind indes diese Körper kaum zu verwenden, da ihre Beschaffung in

grossen Mengen mit Schwierigkeiten verknüpft ist. Das Cholesterylbenzoat zersetzt sich ausserdem bei längerem Erhitzen. Die Constanten sind aber brauchbar, um die Umwandlungswärmen beim Uebergang der krystallinischen in die isotrope Flüssigkeit zu berechnen; sie beträgt

für p-Azoxyphenetol $u = 5{,}42$ cal
für Cholesterylbenzoat $= 3{,}50$ „ .

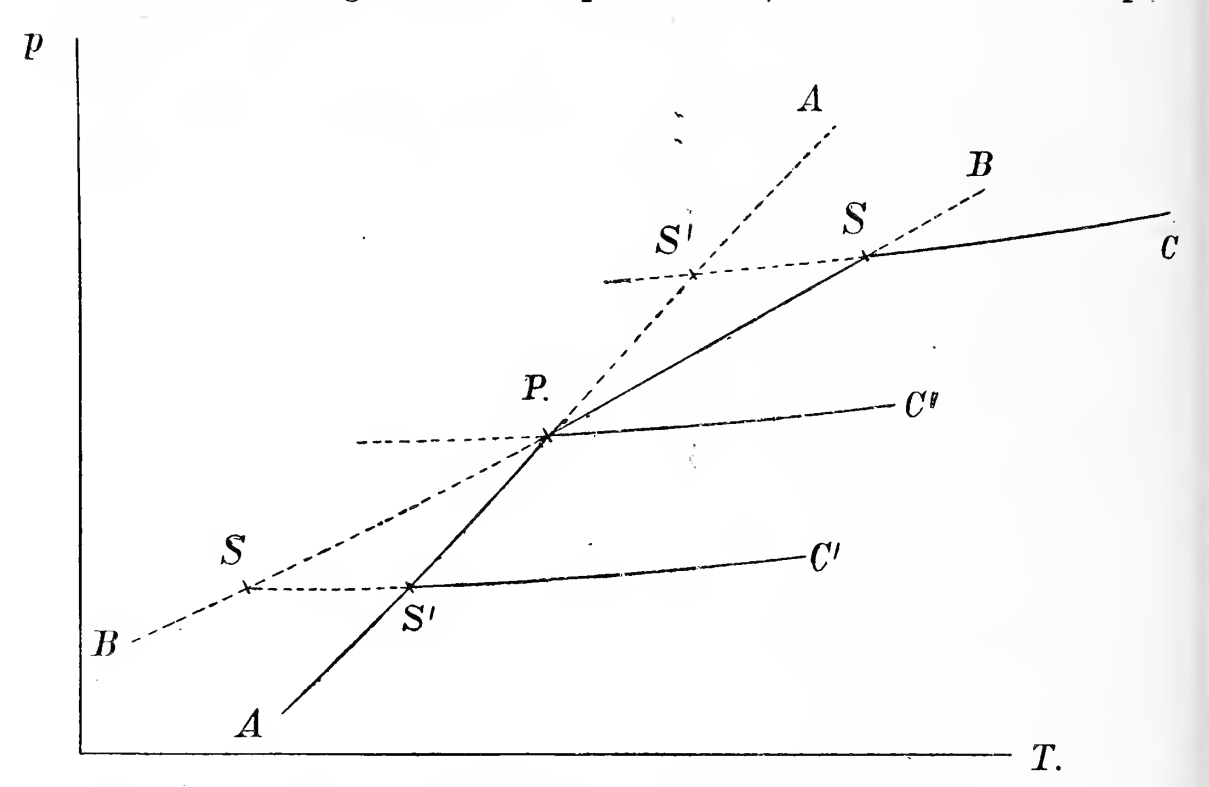
Bisher beschränkten sich die Untersuchungen stets auf sehr verdünnte Lösungen in den genannten Lösungsmitteln. Wir stossen aber auf sehr interessante Verhältnisse, wenn wir zu concentrierteren Lösungen übergeben. Für die Untersuchungen wurde stets p-Azoxyanisol als Lösungsmittel verwendet.

Das isotrop flüssige p-Azoxyanisol geht beim Abkühlen bei 134^0 zunächst über in die flüssig krystallinische Modification und diese erstarrt bei 116,8^0 zu einer festen krystallinischen Modification. Die feste und die flüssige krystallinische Modification stehen zu einander in demselben Verhältniss wie der rhombische und der monokline Schwefel, sie sind physikalisch isomere Modificationen. Beim Erwärmen über den Erstarrungspunkt bekommen wir die flüssige, beim Abkühlen unter diese Temperatur die feste Form. Man bezeichnet physikalisch isomere Modificationen, bei denen ein bestimmter Umwandlungspunkt auftritt und die durch Erwärmen bezw. Abkühlen in einander überführbar sind, nach Lehmann als e n a n t i o t r o p e Modificationen.

Wir kennen aber noch eine andere Art physikalischer Isomerie. Sie findet sich z. B. beim Benzophenon und bei der $\alpha.\beta$-Dibrompropionsäure, und unterscheidet sich wesentlich von der Enantiotropie. Es existiren dort ebenfalls zwei Modificationen, verschieden durch ihre Dichte und ihre Krystallform, es existiert aber kein Umwandlungspunkt. Es geht zwar die eine Modification in die andere über, aber der Prozess ist nicht umkehrbar; man bezeichnet die Modification, welche in die andere verwandelt werden kann, als labile, die beständige als stabile Modification. Erwärmt man sie vorsichtig, so kann man für jede einen besonderen Schmelzpunkt beobachten. Man bezeichnet diesen Fall der physikalischen Isomerie als M o n o t r o p i e.

Der Unterschied zwischen monotropen und enantiotropen Modificationen erklärt sich, wenn man ihre Dampfdruckcurven construiert und die Lage dieser Curven zu der Dampfdruckcurve der isotropen Flüssigkeit betrachtet.

Die Dampfdruckcurven der beiden krystallisierten Modificationen (*A* und *B*) scheiden sich im Punkte *P* (cf. Fig.). Dieser Punkt *P* giebt die Temperatur an, für welche die Dampf-



prucke der beiden Modificationen gleich werden und ist der Umwandlungspunkt, oberhalb *P* findet Umwandlung von *A* in *B*, unterhalb Umwandlung von *B* in *A* statt. Es lässt sich zwar auch die Modification *B* unterhalb *P* erhalten, es genügt aber eine Berührung mit einer Spur der Modification *A*, um die Umwandlung herbeizuführen, unterhalb *P* befindet sich *B* im unterkühlten Zustande. In ähnlicher Weise kann sich *A* oberhalb *P* im überwärmten Zustande befinden, aber auch hier bewirkt eine Spur von *B* Umwandlung in die Modification *B*.

Die Dampfdruckcurve *C* der isotropen Flüssigkeiten nun kann verschiedene Lagen zu den Curven *A* und *B* haben. Sie kann die Curven oberhalb *P* schneiden, oder unterhalb *P* und endlich im Punkte *P*.

Fall 1.

C schneide *A* und *B* oberhalb *P*.

Wir erwärmen die Modification *A* allmählich und gelangen zu *P*, woselbst Umwandlung in die Modification *B* eintritt, wir erwärmen weiter und gelangen zu dem Punkte *S*. Dort sind der Dampfdruck von *B* und *C* gleich, es findet Umwandlung von *B* in *C*, Schmelzung statt, dieser Punkt ist der Schmelzpunkt. Kühlen wir wieder ab, so spielen sich sämmtliche Vorgänge in der umgekehrten Reihenfolge ab, bei *S* geht die Flüssigkeit *C* in die Modification *B*, bei *P* Modification *B* in *A* über. Wir bekommen die Erscheinungen, wie wir sie bei enantiotropen Modificationen zu sehen gewohnt sind.

Die überwärmte (im labilen Zustand) befindliche Modification *A* erreicht beim vorsichtigen Erwärmen ebenfalls einen Punkt, bei dem sie in *C* übergeht, dieser Schmelzpunkt *S'* liegt aber unterhalb *S*, wie ohne weiteres aus der Figur hervorgeht,

Fall 2.

C schneide *A* und *B* unterhalb *P*.

C' stelle die Lage der Dampfdruckcurve der isotropen Flüssigkeit dar.

Wir erwärmen *A* und erreichen den Punkt *S'* den Schmelzpunkt, die Temperatur, bei welcher die Dampfdrucke von *A* und *C* gleich werden, ehe wir an *P* herankommen, *A* geht also in die Flüssigkeit über, ehe es sich in die Modification *B* umlagern kann. Die unterkühlte Modification *B* schmilzt bei *S* und und zwar ebenfalls ohne *P* erreicht zu haben, den Punkt, bei welchem seine Stabilität beginnt. Modification *B* befindet sich also stets im unterkühlten, labilen Zustande. Durch Berührung mit einem Krystall von *A* ist sie in *A* überführbar. Die Umwandlung von *A* in *B* ist aber hier ausgeschlossen. Beide Modificationen schmelzen, ehe der Umwandlungspunkt erreicht ist. Wir haben die Erscheinungen der Monotropie. Es liegt hier *S* unterhalb *S'*, umgekehrt wie bei den enantiotropen Modificationen.

Fall 3.

C schneide *A* und *B* im Punkte *P*.

Wir haben dann Gleichgewicht zwischen vier Phasen, zwischen Dampf, den Modificationen *A* und *B*, und der Flüssigkeit *C*. Der Dampfdruck von *A*, *B* und *C* ist gleich, Punkt *P* ein sogenannter dreifacher Punkt, bei dem sämmtliche Phasen coëxistieren können.

Gelingt es nun, die Curve *C* bei enantiotropen Körpern durch Erniedrigung des Dampfdruckes so zu verschieben, dass die Curven *A* und *B* nicht mehr oberhalb, sondern unterhalb *P* geschnitten werden, so kann man enantiotrope Modificationen in monotrope überführen. Die Erniedrigung des Dampfdruckes kann man durch Zusatz fremder Substanzen zu der Flüssigkeit erreichen

Bei enantiotropen Modificationen liegt *S* oberhalb *S'*, nach der Depression muss dann *S'* oberhalb *S* liegen. Weiter müssen *S* und *S'*, die Schmelzpunkte der beiden Modificationen unterhalb des Umwandlungspunktes *P* liegen.

Das p-Azoxyanisol ist vorzüglich geeignet, um diese Beziehungen zu demonstrieren. Es gelingt mit Leichtigkeit durch Zusatz von fremden Substanzen zu der isotropen Flüssigkeit die feste und die krystallinisch flüssige Modification, die ursprünglich enantiotrope sind, in monotrope überzuführen.

Die Versuchsanordnung ist die gleiche, wie bei der Bestimmung der Depression des Umwandlungspunktes, nur wurden grössere Concentrationen der gelösten Substanz gewählt als dort. Wir verwendeten als Zusatz Thymol oder noch besser das weniger flüchtige Benzophenon.

Die Erscheinungen, welche bei sehr verdünnten Lösungen dieser Substanzen in p-Azoxyanisol während der langsamen Abkühlung auftreten, sind die gleichen wie beim reinen Lösungsmittel.

Die ursprünglich klare goldgelbe Flüssigkeit trübt sich bei einer ganz bestimmten Temperatur und geht in die krystallinische Flüssigkeit über, dieser Umwandlungspunkt soll im Folgenden

mit S bezeichnet werden. Er liegt natürlich bei den Lösungen tiefer als beim reinen Lösungsmittel. Beim weiteren Abkühlen gelangen wir schliesslich an einen Punkt, bei welchem die Abscheidung der festen Modification aus dem trüben Schmelzfluss beginnt, es ist dies die Temperatur der Anwandlung der krystallinisch flüssigen in die feste krystallinische Modification, welche wir als P bezeichnen wollen. Sie liegt, wenn wir reines p-Azoxyanisol verwenden bei 116,8°. Die Lösungen zeigen etwas tiefere Erstarrungspunkte, diese Abweichungen sind auf secundäre Einflüsse zurückzuführen, deren Grund wir später kennen lernen werden. Beim Erwärmen schmilzt die feste Modification zu einem trüben Schmelzfluss zusammen, der sich bei S wieder klärt. Die feste und die flüssige krystallinische Modification zeigen also hier die Erscheinung der Enantiotropie.

Ganz anders werden die Erscheinungen bei concentrierten Lösungen. Kühlen wir die isotrope Schmelze ab und rühren stark, so scheiden sich bei einer bestimmten Temperatur — S' wollen wir sie bezeichnen — feste Krystallflitter aus, schliesslich erstarrt die klare Flüssigkeit vollständig zu einer festen Masse.

Vermeiden wir jedoch das starke Rühren, so lässt sich die klare Flüssigkeit unter S' herabbringen, ohne dass Krystallisation eintritt. Die unterkühlte Schmelze trübt sich bei einer bestimmten Temperatur S, wir bekommen die krystallinisch flüssige Modification, die aber jetzt labil ist. Rühren wir kräftig oder werfen wir ein Kryställchen der festen Modification hinein, so findet Krystallisation statt, eine starke Wärmeentwicklung tritt auf, die ein Ansteigen des Thermometers bedingt. S liegt stets unterhalb S'. Beide unterhalb P.

Die flüssige und die feste krystallinische Modification sind jetzt monotrop.

Die folgende Tabelle enthält die Versuchsergebnisse, welche an Benzophenonlösungen angestellt sind:

p-Azoxyanisol	Benzophenon	S	P	S'	
1) 13,61 g	—	—	116,8°	133,6	enantiotrop
2) „	0,1470	—	—	128,4	enantiotrop
3) „	0,3620	—	115,2	121,8	enantiotrop
4) „	0,5800	—	114,93	115,05	enantiotrop
5) „	0,6775	114,55	—	112,05	monotrop
6) „	0,7288	113,95	—	110,90	monotrop
7) „	0,8153	113,66	—	108,4	monotrop
8) „	0,8750	113,36	—	—	monotrop
9) „	1,4471	111,70	—	—	monotrop

Bei den Versuchen 8) und 9) liess sich die isotrope Flüssigkeit nicht bis zum Trübungspunkt unterkühlen, sie erstarrte stets vorher.

Bei den Versuchen 3) und 4) nehmen wir eine Depression des Erstarrungspunktes P wahr. Bei der Bildung der krystallinischen Flüssigkeit scheidet sich Lösungsmittel rein aus. Die Folge davon ist eine Anreicherung des nicht ausgeschiedenen Teiles an dem gelösten Körper, je weiter wir abkühlen, um so concentrierter wird diese Mutterlauge. Sie befindet sich stets im Gleichgewicht mit der flüssig krystallinischen Phase. Bei der Erstarrung muss auch Gleichgewicht vorhanden sein zwischen der festen Phase und den beiden flüssigen Phasen, es ist also P bei den Versuchen 3) und 4) ein dreifacher Punkt.

Stellen wir uns die Abhängigkeit der Punkte S und S' von der Concentration graphisch dar, so bekommen wir zwei Curven, die in P convergieren. Es gehört zu P eine ganz bestimmte Concentration. Wählen wir die Concentration schwächer, so sind die beiden krystallinischen Modificationen enantiotrop, wählen wir sie stärker, so sind sie monotrop. Der Theorie nach müsste dieser Convergenzpunkt mit dem Erstarrungspunkt $P = 116{,}8^0$ zusammenfallen. Die Abweichungen erklären sich wohl daraus, dass eine völlig gleichmässige mechanische Mischung der drei Phasen nicht zu erzielen ist.

Ich habe früher die Beobachtung gemacht, dass sich auch p-Azoxyphenetol in p-Azoxyanisol auflösen lässt. Das p-Azoxyphenetol hat ebenfalls die Fähigkeit eine krystallinische Flüssigkeit zu bilden. Durch den Zusatz dieses Körpers zum p-Azoxyanisol nun bekommen wir keine Depression, sondern eine Elevation des Umwandlungspunktes der isotropen in die anisotrope Flüssigkeit. Es scheidet sich ein isomorphes Gemisch der beiden Componenten aus der isotropen Schmelze aus, der Umwandlungspunkt dieser flüssigen isomorphen Mischkrystalle lässt sich nach der Mischungsregel berechnen ganz so wie der Schmelzpunkt fester isomorpher Mischkrystalle.

Die festen isomorphen Mischungen werden von van t'Hoff angesprochen als feste Lösungen, er nimmt an, dass für sie die Gesetze der verdünnten Lösungen Giltigkeit haben. Unter dieser Voraussetzung würde es möglich sein die Molekulargewichte fester Körper zu bestimmen, es liegen eine ganze Reihe von Versuchen vor mit Hilfe der isomorphen Mischungen dieses Ziel zu erreichen. Diese Versuche haben in neuerer Zeit allerlei Anfechtungen erfahren, die es einigermassen als zweifelhaft erscheinen lassen, ob die Auffassung der isomorphen Gemische als Lösungen zulässig ist. Die Bedenken sind namentlich von Bodländer geltend gemacht worden.

An dem flüssig-isomorphen Krystallgemisch von p-Azoxyanysol lässt sich nun der Nachweis erbringen, dass für flüssige isomorphe Mischkrystalle die Gesetze der verdünnten Lösungen strenge Giltigkeit haben.

Im festen Zustand haben p-Azoxyanisol und p-Azoxyphenetol verschiedene Krystallform, sie sind nicht im stande, feste isomorphe Mischungen zu bilden. Infolgedessen wird sich beim Erstarren der flüssigen Mischkrystalle das Lösungsmittel, das p-Azoxyanisol, rein ausscheiden, es wird eine osmotische Arbeit zu leisten sein und wir bekommen eine Depression des Erstarrungspunktes gegenüber dem Erstarrungspunkt des reinen Lösungsmittels.

Haben die Gesetze der verdünnten Lösungen Giltigkeit, so

muss diese Depression der Concentration an p-Azoxyphenetol proportional sein. Bezeichnen wir mit c die Menge der p-Azoxyphenetol, welche in einer constanten Menge p-Azoxyanisol aufgelöst wird, mit d die Depression, so muss $\frac{d}{c}$ constant sein.

Die Versuchsergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

	p-Azoxyanisol	p-Azoxyphenetol $= c$	d	$\frac{d}{c}$
1)	8.34 g	0,1490	0,48	3,22
2)	„	0,2747	1,08	3,93
3)	„	0,4375	1,78	4,07
4)	„	0,6106	2,52	4,13

Die Quotienten stimmen, abgesehen von Versuch 1, annähernd überein; bei 1 liegt wahrscheinlich ein Versuchsfehler vor, es wäre indess auch nicht ausgeschlossen, dass eine geringe Löslichkeit von p-Azoxyphenetol in festem p-Azoxyanisol vorhanden ist. Auffällig ist das Ansteigen des Quotienten mit steigender Concentration.

Unter der Voraussetzung, dass das Molekulargewicht des p-Azoxyphenetols in der Mischung das der chemischen Formel entsprechende sei, ist aus den Versuchen 3 und 4 die Constante der molekularen Depression des Erstarrungspunktes berechnet worden. Sie ist für 1 g-Mol. in 100 g p-Azoxyanisol

$$\Delta = 97{,}43^0.$$

Nach der Formel

$$w = 0{,}02 \,.\, \frac{T^2}{\Delta}$$

lässt sich die Wärmetönung berechnen, welche bei der Erstarrung von 1 g p-Azoxyanisol auftritt. T bedeutet die absolute Erstarrungstemperatur. Es ist

$$w = 31{,}2 \text{ Calorien.}$$

Die Voraussetzung bez. der Einfachheit des Molekulargewichtes vom p-Azoxyphenetol bedarf der Bestätigung. Mit ihrer Hilfe haben wir die Wärmetönung berechnet.

Diese Grösse lässt sich mit Hilfe des Eiscalorimeters messen. Wir haben die Bestimmung ausgeführt und den gemessenen Wert mit dem berechneten verglichen.

Die Wärmetönung beträgt nach den calorimetrischen Messungen $w = 26{,}7$ cal.

Die beiden Werte weichen zwar um 4,5 Calorien von einander ab, sie lassen aber mit Sicherheit erkennen, dass unsere Voraussetzung richtig ist. Denn bildete das p-Azoxyphenetol in dem isomorphen Gemisch Doppelmoleküle, so würde

$$\Delta = 2 \, . \, 97{,}43 \qquad w = \frac{31{,}2}{2} = 15{,}6 \text{ cal.}$$

betragen.

Für die isomorphen Mischungen flüssiger Krystalle gelten also die Gesetze der verdünnten Lösungen. Das Molekulargewicht ist das einfache; es liefern diese Messungen das gleiche Resultat wie die früher ausgeführten Bestimmungen des Temperaturcoëfficienten der molekularen Oberflächenenergie. Das Molekulargewicht im isotrop flüssigen und im anisotrop flüssigen Zustand sind also identisch.

In derselben Sitzung (7. März) berichtet Herr Marchand

Ueber einen Fall von Zwergwuchs (Nanocephalie).

Unter dem Namen Zwergwuchs (Mikrosomia, Nanosomia) werden Wachsthums-Anomalieen von sehr verschiedener Bedeutung verstanden: Zwergwuchs bei Rachitis, bei Cretinismus, bei sog. foetaler Rachitis oder Chondrodystrophie, Zwergwuchs nach totaler Entfernung der Schilddrüse bei jugendlichen Individuen und der sog. echte Zwergwuchs, bei dem es sich im Allgemeinen um abnorme Kleinheit bei sonst ziemlich normal proportionirtem Körper handelt. Aber auch die zu dieser letzteren Art von Zwergwuchs gehörigen Fälle sind nicht von gleicher

Bedeutung. Wenn auch die Grösse des Kopfes im Verhältniss zum übrigen Körper nicht in dem Masse überwiegt, wie es gewöhnlich bei den rachitischen Zwergen der Fall ist, so ist doch der Kopf fast stets grösser, als er bei einer gleichmässigen Verkleinerung des ganzen Körpers eines ausgewachsenen Individuums sein würde. Es ist also zwischen Kopf und übrigem Körper ein ähnliches Verhältniss vorhanden, wie bei einem Kinde von annähernd gleicher Grösse. Demgemäss ist auch das Gehirn dieser Zwerge, soviel darüber bekannt ist, relativ gut ausgebildet und gut functionirend. Idiotie ist keineswegs häufig oder gar nothwendig mit dieser Art Zwergwuchs verbunden. Das Wachsthum des ganzen Körpers ist dabei frühzeitig zum Stillstand gekommen. Da diese Form des Zwergwuchses aber meist congenital, also bei dem neugebornen Kinde schon ausgesprochen ist, so werden überhaupt niemals die Grössenverhältnisse des gleichen Lebensalters erreicht. Mit dem Stehenbleiben des Wachsthums auf einer frühen Stufe hängt eine weitere Eigenthümlichkeit des Skeletts zusammen, das Erhaltenbleiben eines Theils der Knorpelscheiben zwischen Epi- und Diaphysen über das jugendliche Alter hinaus.

A. Paltauf, der einen ausgezeichneten Fall dieser Art beschrieb[1]) (M. v. 49 J. von 112,5 cm Grösse, 51 cm Schädelumfang und 1200 g Gehirngewicht), glaubte in dieser Eigenthümlichkeit einen charakteristischen Unterschied gegenüber dem Cretinismus zu erblicken. Indess zeigte bereits Langhans an sieben erwachsenen Cretin-Skeletten, dass auch bei diesen das Erhaltenbleiben der Zwischenknorpel und Synchondrosen keine Seltenheit ist.[2]) Der Vortragende ist in der Lage, dies an dem Skelett eines älteren Cretin (M. von einigen 40 J.) aus hiesiger Gegend (aus Frankenberg, gestorben in der Pflegeanstalt Haina) zu bestätigen, bei welchem die Knorpelfugen zwischen Scham-

1) Ueber den Zwergwuchs in anatomischer und gerichtsärztlicher Beziehung. Wien 1891.

2) Virchow's Archiv, Bd. 149, S. 155. 1897.

bein und Sitzbein sowie die Epiphysenknorpel am Darmbeinkamm, am Acromion und an einigen anderen Stellen unvollständig oder gar nicht verknöchert sind.

Unter den Fällen von echtem Zwergwuchs ist eine Form durch eine verhältnissmässig geringe Grösse des Kopfes ausgezeichnet, und deshalb von Virchow mit dem Namen der Nanocephalie belegt. Diese selten vorkommende Art des Zwergwuchses bildet den Uebergang zur Mikrocephalie, welche in der Regel ebenfalls mit abnormer Kleinheit des ganzen Körpers verbunden ist. Hierbei tritt aber das Missverhältniss des sehr kleinen Kopfes zu dem übrigen Körper in ganz anderer Weise hervor, und ganz besonders die in den höheren Graden der Mikrocephalie sehr geringe Grösse des eigentlichen Hirnschädels gegenüber dem verhältnissmässig gut ausgebildeten Gesichtsschädel. (Diese Verhältnisse werden an den ineinander gezeichneten Projectionen mehrere Mikrocephalenschädel und eines normalen Schädels erläutert). Entsprechend der geringen Grösse des Hirnschädels ist die Ausbildung des Gehirns, besonders des Grosshirns sehr mangelhaft, wie dies in früheren Sitzungen der Gesellschaft vom Vortragenden dargelegt worden ist.[1])

Der Vortragende ist nun in der Lage über einen von ihm untersuchten Fall von Zwergwuchs mit Nanocephalie zu berichten. Es handelt sich um einen vollständig idiotischen 25jährigen Mann, der ebenfalls in der Anstalt Haina nach zweijährigem Aufenthalt gestorben war. Die Anamnese ist leider sehr unvollkommen; nähere Angaben über das Verhalten des Individuums in der Kindheit fehlen ganz. Die Eltern sollen normal entwickelt gewesen sein. Die Körpergrösse war im Leben zu 114 cm angegeben, an der Leiche wurden 120 cm gemessen. Dabei ist, abgesehen von einer vielleicht etwas gekrümmten Körperhaltung, zu berücksichtigen, dass die rechte

---

1) S. diese Sitzungsberichte 1892, Nr. 2; 1896, Nr. 5.

Körperhälfte ganz erheblich gegenüber der linken im Wachsthum zurückgeblieben war. Das Gewicht der Leiche betrug 19 Kilo.

Von besonderem Interesse ist der Schädel, welcher zwar abnorm klein ist, aber ganz andere Verhältnisse darbietet, als

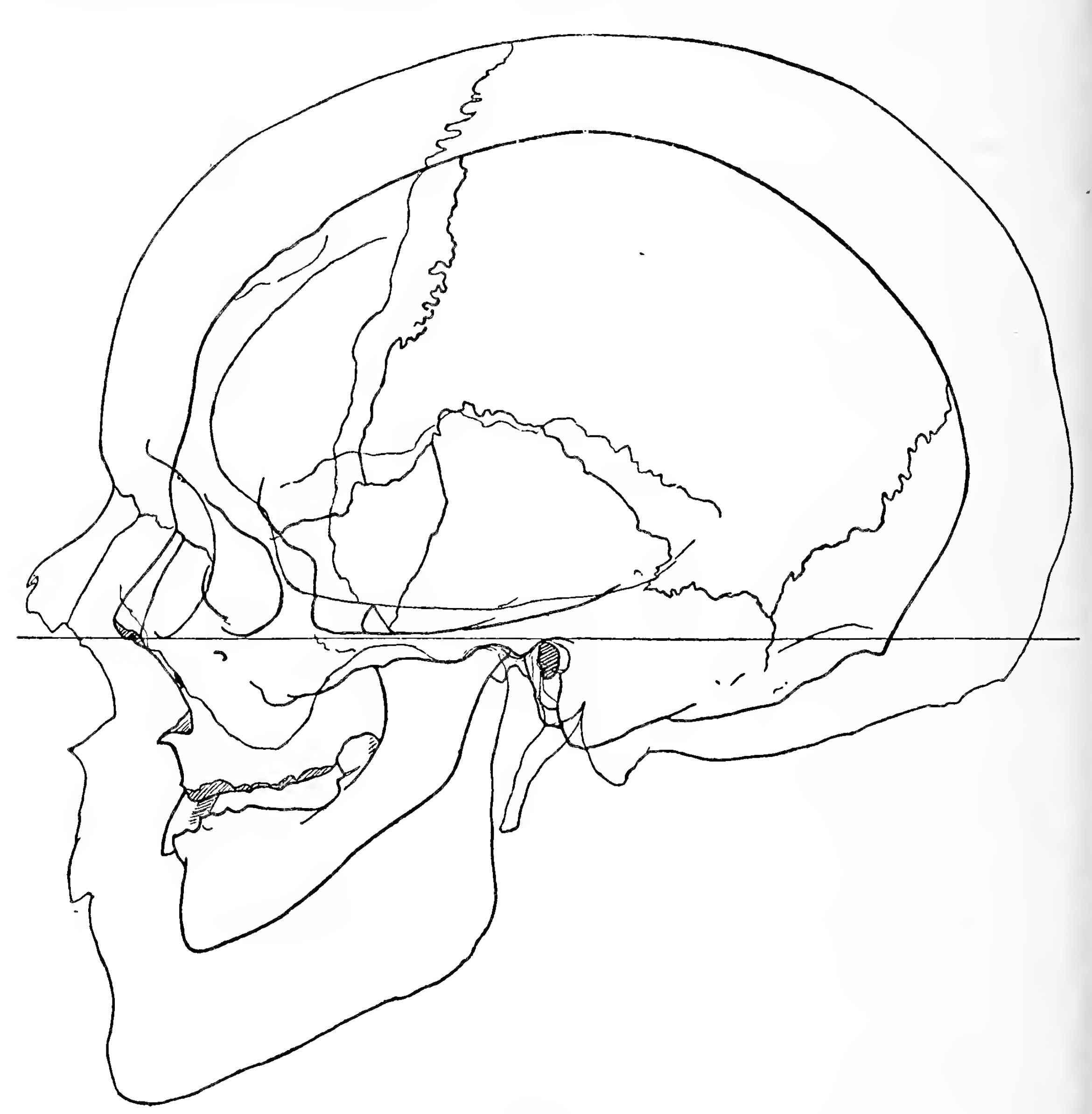


Fig. 1.

bei der Mikrocephalie. Das ergiebt sich sowohl aus direkter Vergleichung als durch die Messung. Der Schädel stellt eine fast congruente Verkleinerung eines normalen männlichen dar, welche nicht bloss den eigentlichen Hirnschädel, sondern auch den Gesichtsschädel betrifft. Der erstere ist regelmässig gewölbt, die Stirn etwas flach und schmal, wie das ganze Gesicht,

Der Horizontalumfang betrug mit den Weichtheilen 43 cm. Die genaueren Verhältnisse lassen die hier folgenden Hauptmaasse erkennen, verglichen mit denen der Mikrocephalen Völp und Wittich. (S. die früheren Mittheilungen).

Schädelmaasse.	Seiling	Völp	Wittich
Capacität	620 ccm	426 ccm	325 ccm
Länge, grösste	149 mm	137 mm	125 mm
Diagonaldurchmesser	182 „	182 „	180 „
Breite, grösste	116 „	100 „	88 „
Auricularbreite	84 „	88 „	74 „
Temporalbreite	83 „	76 „	67 „
Parietalbreite	110 „	90 „	73 „
Stirnbreite, kleinste	75 „	60 „	53 „
Höhe	106 „	98 „	83 „
Ohrhöhe { links	97 „	78 „	63 „
Ohrhöhe { rechts	90 „		65 „
Länge der Schädelbasis	80 „	87 „	84 „
Breite derselben	110 „	101 „	91 „
Abstand der Spitzen der Proc. mastoid	83 „	83 „	81 „
Länge des Foramen magn.	29 „	30 „	30 „
Breite desselben	23 „	24 „	26 „
Horizontal-Umfang	422 „	362 „	324 „
Sagittal-Umfang	304 „	244 „	210 „
Stirnbogen	98 „	76 „	74 „
Scheitelbogen	101 „	88 „	66 „
Hinterhauptbogen	105 „	80 „	70 „
Vertical-Umfang	256 „	210 „	172 „
Gesichtshöhe	83 „	106 „	108 „
Obergesichtshöhe	50 „	63 „	55 „
Gesichtsbreite	76 „	83 „	80 „
Oberkieferbreite	59 „	57 „	—
Jochbreite	98 „	106 „	102 „
Interorbitalbreite	15 „	16 „	17 „
Nasenhöhe	41 „	50 „	51 „
Breite der Nasenöffnung	18 „	21 „	21 „
Höhe derselben	24 „	29 „	30 „
Breite der Augenhöhlen	33 „	36 „	37 „
Höhe derselben	24 „	33 „	33 „

Schädelmaasse.		Seiling	Völp	Wittich
Länge des Gaumens		34 mm	47 mm	42 „
Breite desselben (Mitte)		33 „	30 „	31 „
Profillänge des Gesichts (For. magn. — Alveolarwand des Oberkiefers) . .		74 „	93 „	90 „
For. magn. — Kinn-Mitte		86 „	97 „	105 „
Höhe des mittl. Theils des Unterkiefers		20 „	32 „	30 „
Höhe des Coronarfortsatzes .	links .	40 „	62 „	52 „
	rechts	35 „	63 „	50 „
Höhe des Gelenkfortsatzes . .	links .	32 „	61 „	62 „
	rechts	36 „	63 „	57 „
Abstand der Unterkieferwinkel . . .		76 „	84 „	89 „
Indices.				
Längen-Breiten-Index (L:B)		70,7	73,0	71,4
Längen-Höhen-Index (L:H)		70,0	71,5	65,9
Breiten-Höhen-Index (B:H)		92,3	98	91,2
Gesichts-Index (GH:GB)		90,3	78,3	72,7

Am Schädel ist eine ziemlich umfangreiche narbige höckerige Vertiefung in der Mitte des Stirnbeines (etwas nach rechts) bemerkenswerth, welche wahrscheinlich traumatischer Natur ist. (Leider ist nichts über die Herkunft in Erfahrung zu bringen, was mit Rücksicht auf die in einigen Fällen angenommene Entstehung des Zwergwuchses nach einem Trauma des Schädels sehr bedauerlich ist). Der Schädel ist in hohem Grade unsymmetrisch; die Basis steht auf der linken Seite erheblich tiefer und ist etwas breiter als rechts, dagegen ist das rechte Scheitelbein etwas stärker gewölbt. Der äussere Gehörgang und der untere Orbitalrand steht rechts etwas höher als links; der Unterkiefer weicht sehr beträchtlich nach links ab. Die Schädeldecke ist verhältnissmässg dick und schwer; die Stirnhöhlen sind gross; die Nähte vollständig erhalten.

Die W i r b e l s ä u l e zeigt zwei leichte skoliotische Krümmungen im unteren Theil der Brust- und oberen Theil der Lendenwirbelsäule (erstere nach links, letztere nach rechts convex). Die Knochen der Extremitäten sind sämmtlich wohl gebildet,

sehr gracil, in der Grösse fast genau denen eines 7jährigen Kindes entsprechend. Die geringere Grösse der rechten Seite betrifft sämmtliche Knochen der oberen Extremität mit Einschluss der Scapula und des Schlüsselbeines, die rechte Hälfte des Beckens und die ganze untere Extremität.

Die	Länge	des Humerus	beträgt	links	228 mm,	rechts	209 mm,
„	„	der Ulna	„	„	182 „	„	164 „
„	„	des Radius	„	„	160 „	„	147 „
„	„	des Femur	„	„	322 „	„	297 „
„	„	der Tibia	„	„	260 „	„	243 „
„	„	der Fibula	„	„	253 „	„	233 „

Die Verkürzung des rechten Beines beträgt also circa 4 cm, was der an der Leiche gemessenen Differenz entspricht.

Mit dieser geringeren Grösse der rechten Extremitäten harmonirt auch die Asymmetrie des Schädels, welche wesentlich durch eine geringere Höhe der rechten Hälfte und etwas geringere Breite der rechten Hälfte der Basis bedingt ist. Allerdings wird diese durch eine starke Wölbung des Scheitelbeines compensirt und im Gesichtsschädel tritt sogar eine secundäre Verkleinerung der linken Hälfte hervor; die Zähne sind sehr defect, prognath, doch ohne Prognathie des Alveolarfortsatzes.

Das Gehirn zeigt ganz andere Verhältnisse als das der echten Mikrocephalen. Sein Gewicht im frischen Zustand mit den Häuten betrug 490 gr, was einem Volumen von circa 470 ccm entsprechen würde. Demnach würde die Differenz zwischen Gehirnvolumen und Capacität des Schädels nicht weniger als 150 = 24,3 % der Capacität betragen. Nach Abzug des Volums der Dura mater (33 ccm) bleiben 117 ccm für Cerebrospinalflüssigkeit und Blut übrig. Diese grosse Differenz erklärt sich hauptsächlich dadurch, dass das Kleinhirn relativ klein und von sehr ausgedehnten mit Flüssigkeit ausgefüllten Arachnoidealräumen umgeben war.

Das Grosshirn überragt das Kleinhirn mindestens ebenso weit wie am normalen Gehirn. Die Form des Grosshirns sowie die seiner einzelnen Lappen entspricht durchaus den normalen Verhältnissen; die Grosshirnwindungen sind so vollständig und

regelmässig entwickelt wie in der Norm, die Ausbildung des Stirnhirns, das beiderseitige Vorhandensein einer mittleren Stirnfurche, welche die zweite Stirnwindung in zwei Hälften theilt (f^3), sowie einer schrägen Stirnfurche (f^4) entspricht einem relativ

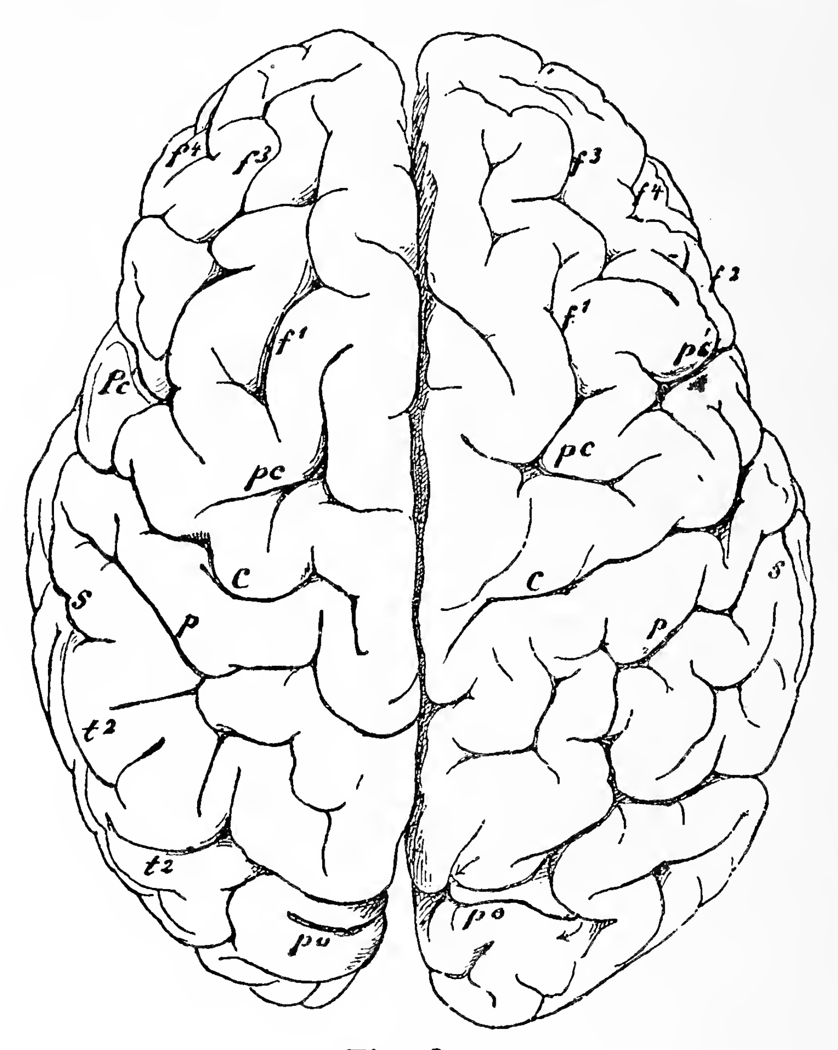


Fig. 2.

Das Gehirn des Seiling, von oben gesehen, in $^2/_3$ der natürl. Grösse.

(*c* Sulcus centralis. — *pc* Sulcus praecentralis sup. — pc^1 Sulcus praecentralis inf. — f^1 Sulc. front. sup. — f^2 Sulc. front. inf. — f^3 Sulc. front. med. — f^4 Sulc. front. obliquus. — *s* Fissura Sylvii. — *p* Sulc. postcentralis und parietalis. — t^2 Sulcus temporalis II. — *po* Fissura parieto-occipitalis.)

hoch entwickelten Gehirn. Die Insel ist vollständig bedeckt. Die rechte Hinterhauptwindung liegt links oberflächlich; rechts ist sie theilweise versenkt.

Die Länge der l. Grosshirnhemisphäre beträgt 13 cm (r. 12,8), die grösste Breite des Gehirns 10,4 cm, die Breite des Kleinhirns

7 cm (im frischen Zustand), die Länge des Rückenmarks ist 30 cm. Das Gewicht desselben (mit Dura mater) 20 g.

Aus der Beschaffenheit des Grosshirns, welches dem eines Kindes in den ersten Lebensmonaten entspricht, geht mit Sicherheit hervor, dass die zu Grunde liegende Störung nicht wie bei der Mikrocephalie hohen Grades auf das sich entwickelnde Gehirn in den ersten Monaten des Foetallebens eingewirkt haben kann; das Gehirn hat vielmehr die normale morphologische Ausbildung seiner Oberfläche erreicht. Wenn man andererseits berücksichtigt, dass das Gehirn des Kindes nach Ablauf der ersten 5—6 Lebensjahre sein definitives Gewicht bereits besitzt, so handelt es sich in diesem Fall (wie bei der sog. Nanocephalie überhaupt) nicht um ein einfaches Stehenbleiben des Körperwachsthums in einem Stadium, welches der Grösse des Skeletts (also dem 7. oder 8. Lebensjahre) entsprechen würde, sondern um eine frühzeitige Verzögerung der Entwicklung, welche in höherem Grade den Kopf, in geringerem den übrigen Körper betraf.

Die Masse und Gewichte der Organe der Brust- und Bauchhöhle entsprachen im Allgemeinen der Körpergrösse; die rechte Niere ist sehr viel kleiner als die linke, die Hoden und der Penis waren sehr klein, die Behaarung im Gesicht und an den Genitalien schwach.

In derselben Sitzung (7. März 1899) berichtet Herr Dr. Enderlen:

Ueber die histologischen Vorgänge bei experimentell erzeugter Osteomyelitis.

a) Regeneration des Markes nach einfacher Verletzung.

Vor einiger Zeit erschien von Marwedel[1]) eine Arbeit, welche über die morphologischen Veränderungen der Knochenmarkzellen bei der eiterigen Entzündung handelt.

---

1) Marwedel: Die morphologischen Veränderungen der Knochenmarkzellen bei der eiterigen Entzündung. Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie Bd. 22.

Die Ergebnisse der Marwedel'schen Untersuchungen sind kurz gefasst folgende:

Die polynucleären Zellen des Abscesses entstehen vorwiegend aus eosinophilen Zellen. Im Bereiche der Eiterung entstehen keine polymorphkernigen Zellen und aus solchen gehen keine polynucleären hervor. Die grossen Markzellen gehen unter Verlust ihrer Granula in die Zone der entzündlichen Infiltration über und bilden mit Leukocyten einen Ring ungranulirter Zellen. Sowohl bei der Bildung der Abscessmembran, als auch bei der Entstehung des gelatinösen Markes wandeln sich eosinophile Zellen unter Schwund der Granula in spindelige und verästelte Formen um. Wenn nun »sessile Leukocyten« meint Marwedel Spindelzellen bilden können, so liegt der Rückschluss auf ein analoges Verhalten mobiler Leukocyten nicht allzufern. Marwedel kommt somit zu der von wenigen Autoren vertretenen Anschauung, dass die Leukocyten an der Bindegewebsneubildung activ betheiligt sind.

Ausser den eben erwähnten Untersuchungen liegen keine eingehenden Mittheilungen über die histologischen Veränderungen im Knochenmarke bei der eiterigen Entzündung vor.

Da die Frage, ob Markleukocyten, auch die mit bestimmten Granulis in Bindegewebszellen übergehen können, von principieller Wichtigkeit ist, habe ich auf Veranlassung und mit ausgedehntester Unterstützung von Herrn Geheimrath Marchand die Untersuchungen von Marwedel nachgeprüft.

Im Verlaufe der Arbeit zeigte es sich, dass es vortheilhafter ist, zuerst die Vorgänge bei der Regeneration nach einfacher Verletzung zu studiren.

Zur Gewinnung der Präparate wurde bei Kaninchen im Alter von 2—4 Wochen der Oberschenkelknochen angebohrt und das Knochenmark mit einem Platindrahte oder mit einer Nadel verletzt. Bei den Eiterversuchen beschickte ich die Nadel mit einer Reincultur von Staphylococcus aureus. In beiden Fällen wurde die Weichtheilwunde genäht.

Von der Regeneration verfüge ich über Präparate von 4 Stunden bis zu 16 Tagen, von der Eiterung über solche von 8stündiger bis 32tägiger Versuchsdauer.

Das makroskopische Verhalten des Markes nach einfacher Verletzung ist wenig complicirt; in den ersten Tagen ist die Verletzungsstelle etwas dunkler roth als das sie umgebende Mark, dann aber wird sie blasser und bekommt schliesslich ein helles etwas glasiges Aussehen, so dass sie jederzeit ohne Schwierigkeiten aufzufinden ist.

Die ausgelösten Markcylinder fixirte ich in Essigsäure Sublimat, 4 % Formollösung, Formolalkohol 4 %, ausserdem verfüge ich über einige Präparate, welche in Flemming'schem Gemisch gelegen hatten. Die Fixationsflüssigkeit ist von Wichtigkeit, weil je nach dem gewählten Mittel die Färberesultate verschieden werden.

Es empfiehlt sich wohl kurz auf die Zellen des intacten rothen Knochenmarkes beim Kaninchen einzugehen:

Wir unterscheiden:

1. Gewöhnliche Markzellen.

a) kleine einkernige, ohne Granula,
b) grössere, mit einfachem rundem oder gelapptem oder getheiltem Kerne mit pseudoeosinophiler Körnelung (beim Menschen neutrophile Körnelung).

2. Besondere Formen der Markzellen.

a) echte eosinophile Zellen,
b) Mastzellen,
c) Riesenkernzellen.

a, b, c gehen vermuthlich alle aus den gewöhnlichen Markzellen (1) hervor.

3. Leukocyten

mit gelapptem Kern, den Blutleukocyten entsprechend, welche ebenfalls aus gewöhnlichen Markzellen hervorgehen.

4. Kernhaltige rothe Blutkörperchen.

Gefässe, Bindegewebszellen, Fettzellen und Resorptionsriesenzellen.

Gerade bei den eosinophilen Zellen kommt es auf die Fixirungsflüssigkeit an. Durch Kurloff ist nachgewiesen, dass die echte eosinophile Körnelung auch bei Säurezusatz erhalten bleibt, während die pseudoeosinophilen Granula dabei verschwinden. Behandelt man das Mark mit der von Marwedel empfohlenen 4 %-wässrigen Formollösung, so gelangen beide Arten zur Darstellung. Sie bieten aber wesentliche Unterschiede; die echten sind nach Eosinbehandlung leuchtend roth gefärbt, ziemlich gross und besitzen manchmal Stäbchenform; die peudoeosinophilen Granula sind viel kleiner, staubförmig und intensiv dunkelroth gefärbt. Bei der Anwendung von Triacidlösung nehmen die pseudoeosinophilen Granula die Fuchsinfärbung an, während die echten hell tingirt sind. Ich möchte gleich hier erwähnen, dass Marwedel die beiden Formen nicht trennt.

Dem Eingriffe folgen zunächst von Seiten der betroffenen Zellen Degenerationserscheinungen. Wir finden sowohl in den Bindegewebs- als auch in den Markzellen Schrumpfung der Kerne, diffuse Färbung, Veränderungen, welchen der vollkommene Zerfall des Kerns in mehrere Trümmer folgt. Je nach der Ausdehnung der Verletzung findet sich ein kleinerer oder grösserer Bluterguss.

Schon nach 24 Stunden machen sich an einzelnen Bindegewebszellen Veränderungen bemerkbar, welche auf progressive Vorgänge schliessen lassen. Die betreffenden Bindegewebskerne erscheinen grösser, die chromatische Substanz derselben ist entschieden vermehrt.

Nach 2 Tagen ist bereits eine rege Wucherung der Bindegewebszellen zu constatiren, an welchen auch diejenigen der Gefässadventitia theilnehmen. Wir begegnen zahlreichen Kerntheilungsfiguren in den Bindegewebszellen, welche sich leicht von denjenigen der Markzellen trennen lassen. Ausser der Vermehrung der Bindegewebszellen constatirt man in den folgenden Tagen auch eine Neubildung von Capillaren. In den der Verletzung nahe liegenden Gefässen ist nur dann und wann eine

geringgradige Anhäufung von Leukocyten zu constatiren. Die zerfallenen Zellen verschwinden rasch von der Verletzungsstelle, einzelne Riesenzellen werden von dem jugendlichen Bindegewebe umschlossen.

Bemerkenswerth ist nach dem eben Erwähnten, dass auf die Zerstörung des Markes so gut wie gar keine Erscheinungen einer reaktiven entzündlichen Infiltration folgen, ferner, dass die Nekrose nicht besonders ausgedehnt ist.

Fast eine Woche lang ist die Vermehrung der Bindegewebszellen der erwähnenswertheste Befund, die Wandung der Gefässe ist auf längere Strecken in dem der Verletzung anliegenden Marke betheiligt. Man sieht aber, wie ich ausdrücklich hervorheben möchte, nie, dass eine eosinophile Zelle in eine Spindelzelle übergeht.

In dem an die Stichstelle grenzenden Knochenmarke ist, wie schon erwähnt, die Reaction auf den Eingriff gering. Man kann nur eine entschiedene Zunahme der Markzellen mit multiformen Kernen constatiren; diese dauert in wechselnder Intensität etwa bis zum 12. Tage an; dann nehmen auch diese Zellen an Zahl ab.

In der Verletzungsstelle macht sich erst am Ende der ersten Woche eine bemerkenswerthe Veränderung geltend.

Man sieht:

1. Die Neubildung von Fettzellen,

2. Dass vom Rande her Markzellen vordringen und zwar zunächst die kleinen Formen. Manchmal ist allerdings nicht mit voller Sicherheit anzugeben, ob eine kleine Markzelle, oder ein kernhaltiges rothes Blutkörperchen vorliegt.

Die Fettzellenbildung macht rasche Fortschritte, so dass schon nach 10 Tagen eine stattliche Anzahl derselben nachzuweisen ist. Auch die Markzellen mehren sich; sie wandern aber nicht nur ein, sondern vermehren sich in dem einstigen Stichkanale und zwar vorwiegend auf dem Wege der Mitose. In den grossen Markzellen kommt es zur Bildung von Riesenkernen

und weiterhin entstehen aus ihnen jugendliche Riesenzellen. Ob es auch zu einer Einwanderung von Riesenzellen kommt möchte ich dahingestellt sein lassen; nach Arnold kommt ihnen ja eine, wenn auch geringgradige Beweglichkeit zu.

Die Einwanderung von Markzellen und ihre Vermehrung vollzieht sich in der Weise, dass man 16 Tage nach der Verletzung ausser Fettzellen eine ziemliche Anzahl von Markzellen vorfindet. Das Knochenmark, welches man an der Verletzungsstelle vorfindet, entspricht in dem mikroskopischen Bilde etwa demjenigen eines nahezu ausgewachsenen Kaninchens. Die Mitosen, welche wir um diese Zeit in den Markzellen vorfinden, berechtigen zu der Annahme, dass die Regeneration noch nicht ihr Ende erreicht hat, dass noch eine grössere Anzahl von Markzellen zu erwarten ist. Kurz zusammengefasst geht folgendes vor sich:

An der Verletzungsstelle kommt es zu einer wenig ausgedehnten Nekrose, in der Umgebung so gut wie gar nicht zur entzündlichen Infiltration; es tritt eine rege Vermehrung der Bindegewebszellen ein. In dem jugendlichen Bindegewebe entstehen Fettzellen, zu gleicher Zeit beginnt die Einwanderung von Markzellen, welche sich in der Stichstelle vermehren. Aus den eingewanderten Markzellen entstehen Riesenzellen.

b) Abscess.

Nach der Infection des Markes mit Staphylococcen war an der Impfstelle nur starke Röthung zu bemerken; vom 4. Tage an konnte man aber deutlich die Abscessbildung constatiren; manchmal lagen mehrere kleine Eiterherde dicht nebeneinander. Vom 10. Tage ab mehrten sich die Abscesse in der Diaphyse, es kam ausserdem öfter zu einem Confluiren derselben. Wenn der centrale Theil des Markcylinders in einen zusammenhängenden Abscess aufgegangen war, so hatte das Mark eine gelblich grauweisse Farbe. In den meisten Fällen fand sich neben der Abscessbildung im Knochenmarke eine mehr oder weniger ausgedehnte Eiterung in den Weichtheilen; manchmal waren die

zunächst gelegenen Gelenke ergriffen. Einigemale kam es überhaupt nicht zur Eiterung und da fand sich bei der Obduction bindegewebiges Mark vor.

Im Gegensatz zu der einfachen Verletzung haben wir es hier noch mit den schädlichen Wirkungen der eingebrachten Staphylococcen zu thun. Die Folgen machen sich auch an dem ausgedehnten Zerfalle bemerkbar.

Zuerst verfallen die centralen Theile dem Untergange; der Zerfall rückt dann von innen nach aussen vor.

In den Anfangsstadien ist der Herd scharf von dem umgebenden Knochenmarke getrennt, aber schon nach zwei Tagen wird die Grenze etwas verwaschen, indem auch Zellen der Umgebung der Degeneration anheimfallen. Wie bei der Regeneration nach einfacher Verletzung stossen wir bei der Eiterung nach Ablauf von 2 Tagen auf eine Vermehrung der Bindegewebszellen, deren erste Anfänge schon nach 26 Stunden zu constatieren sind. Die gewucherten Bindegewebszellen bilden allmählig einen Mantel um den Abscess. Es lässt sich also hier ebenso wie früher die Entstehung junger bindegewebiger Elemente nur aus gleichartigen Zellen nachweisen. Eine Umwandlung von eosinophilen Zellen anderen oder Markzellen in Spindelzellen ist nirgends zu beobachten. Wenn die eine oder andere eosinophile Zelle eine etwas längliche oder ovale Form besitzt, so ist dies nur auf mechanische Ursachen, auf Druck von Seiten der jugendlichen Bindegewebszellen zurückzuführen; irgendwelche Fortsätze kann man an den eosinophilen Zellen nie constatieren.

Die jugendlichen Bindegewebszellen bleiben aber nicht am Rande des Herdes stehen, eine Anzahl von ihnen dringt in denselben vor und nimmt dort Kerntrümmer und Kernreste auf, entfaltet also phagocytäre Eigenschaften. An manchen Stellen finden sich diese Gewebsphagocyten in mehreren Reihen, so dass man von einer Phagocytenzone sprechen darf. Nach dem Eindringen geht eine Menge der Phagocyten selbst wieder zu Grunde, die anderen, welche erhalten bleiben, tragen zur Säuberung des Terrains bei.

Am Ende der ersten Woche sieht man zwischen den Bindegewebszellen Fibrillen auftreten, deren Zahl langsam zunimmt, so dass allmählig ein mehr oder weniger breiter Bindegewebsgürtel zu Stande kommt.

Vom 3., besser aber vom 4. Tage an lässt sich eine Betheiligung der Markzellen an dem Aufbaue der Abscessmembran nachweisen. Es tritt zuerst eine herdweise Ansammlung der kleinsten Formen auf, die im weiteren Verlaufe so zunimmt, dass es zur Bildung eines Walles durch dieselben kommt. Zwischen den kleinen Formen begegnet man Bindegewebszellen, grössere Mark- und eosinophile Zellen in geringer Menge. Die Markzellen kleinster Ordnung dringen wie die histiogenen Wanderzellen in den Abscess vor; diejenigen, welche weit in den Herd vorrücken, verfallen ebenso wie die Gewebsphagocyten der Degeneration, während sich diejenigen am Rande halten; auf diese Weise kommt es etwa nach 30 Tagen zu einer Ansammlung von kleinen Markzellen innerhalb des bindegewebigen Mantels; zwischen denselben liegen dann noch vereinzelte grosse Formen und eosinophile Zellen.

Die eben mitgetheilten Resultate differiren in einigen wesentlichen Punkten von denjenigen, welche Marwedel erhielt.

Ich konnte mich von der regen oder vielmehr fast ausschliesslichen Betheiligung der eosinophilen Zellen bei der Eiterbildung nicht überzeugen. Diese Differenz erklärt sich daraus, dass Marwedel echte und pseudoeosinophile Zellen nicht trennt. Weiterhin war es mir nicht möglich, einen Uebergang der eosinophonilen Zellen in Bindegewebszellen aufzufinden.

Die verimpften Staphylococcen vermehren sich in dem Impfstiche und entfalten daselbst ihre deletären Eigenschaften; ausserdem dringen sie in die Umgebung vor. Sie werden bald von Mark und auch eosinophilen Zellen aufgenommen. Die Fresszellen gehen aber in Folge der aufgenommenen Coccenmengen selbst zu Grunde und nur ausserhalb des Impfstiches, wo sie wenige Exemplare bergen, bleiben sie erhalten. In dem umgebenden Marke sind die Coccen nur während einiger Tage

nachweisbar, nach Ablauf einer Woche sucht man sie vergebens. Es findet eben durch den Spindelzellen- und Markzellenwall ein Abschluss nach Aussen statt. Im Inneren des Abscesses sind die Coccen dagegen noch nach 4 Wochen aufzufinden und meist von einer schmäleren oder breiteren nekrotischen Zone umgeben.

Zum Schlusse möchte ich noch das Schicksal der Knochensplitterchen erwähnen welche manchmal bei der Anbohrung des Knochens in das Mark dislociert werden. Nach 24 Stunden ist in denselben keine Kernfärbung mehr zu constatieren; sehr bald werden sie die Veranlassung von Resorptionsriesenzellen; die kleinsten Stückchen werden vollkommen von denselben umschlossen. An der Riesenzellenbildung um diese Fremdkörper betheiligen sich ausserdem die Fettzellen.

(Anm. Die ausführliche Arbeit erscheint an anderer Stelle.)

In der Sitzung vom 7. März wird Herr Dr. med. Friedrich Ransom dahier zum ausserordentlichen Mitglied der Gesellschaft erwählt.

Aufgelegte Schriften:

Program for 2. Sem. 1897 Konigl. Norske Fredericks Universität. Christiana 1897.

Acta Societatis pro fauna et flora fennica. Vol. XIII, XIV. Meddelanden Heft 23. Helsingfors 1897/98.

Mitteilungen der medicinischen Fakultät der Universität Tokio. Bd. IV, No. II.

Annotationes zoologicae iaponenses. Vol. II, Part III. Tokio 1898.

Johns Hopkins University Circulars. Vol. XVIII, No. 137, 138. Baltimore 1898.

Annual Report of the Geological Survey of Canada. Vol. IX. Ottawa 1898.

Transactions of the Canadian Institute. Vol. V, Part 2. Proceedings Vol. I, Part 4—6. Toronto 1898.

Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft. Band XXIX. Berlin 1899.

Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. Jahrg. 40, 1898. Berlin 1898.

Neun und zwanzigster Bericht der Philomathie in Neisse. Neisse 1898.

33ter Bericht des naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben und Neuburg. Augsburg 1898.

26. Jahresbericht des westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst. Münster 1898.

Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn. Band XXXVI. Bericht der meteorologischen Commission in Brünn. Brünn 1898.

Entomologisk Tidskrift. Aarg. 19, Heft 1—4. Stockholm 1898.

Transactions of the Academy of Science of St. Louis. Vol. VII, No. 17—20; Vol. VIII, No. 1—7. St. Louis 1897/98.

Wisconsin geological and natural history Survey. Bull. No. 1 und 2. Madison 1898.

Report of the U. S. Naval Observatory. Washington 1898.

Proceedings of the U. S. National Museum. Washington 1897.

Bulletin of the U. S. Geological Survey No. 88, 89, 149. Monographs Vol. XXX. Washington 1897/98.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 4 **April** **1899**

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 26. April 1899 sprach Herr Melde über:

1. Eine neue Art von Stimmgabeln nach der Construktion von Prof. Dr. Edelmann in München.

Vor einiger Zeit überliess mir Herr Prof. Edelmann eine Sammlung von Stimmgabeln, deren Form wesentlich abwich von derjenigen, in welcher sie namentlich von Rud. König hergestellt wird. Die Gabeln waren offenbar nur für hohe Töne bestimmt und reichten vom C^5 mit 4096 Schwingungen bis zu einem Tone der sechsgestrichenen Octave, den Edelmann als ein $C^6 + 5\,C^3$, d. h. als einen Ton mit $8192 + 5 . 1024 = 13312$ ganzen Schwingungen angegeben hatte. Die Gabeln bildeten, parallel zur Schwingungsebene gedacht, parallelflächig begrenzte Körper in einer Dicke gleich ca. 16 mm, die Zinken waren etwa quadratische Parallelepipeda und endigten, wenn sie senkrecht standen, oben in horizontalen, etwa quadratischen Stirnflächen. Sie hatten ferner keinen Stiel, sondern es war der massige Basistheil unten horizontal abgeschliffen. Um sie zum Tönen zu bringen, nimmt man je eine Gabel rechts und links in die Hand und schlägt ihre Zinken aneinander an, oder, wie ich es mache, man kittet die Gabeln mittelst Wachs-Colophoniumskitt

auf einen parallelepipedischen Holzklotz, versieht oben eine der Stirnflächen eines Zinkens mit einem rinnenförmigen Korkstückchen und streicht dann mit nassem Glasstab an diesem die Gabel an.

Herr Edelmann hatte seine Gabeln durchweg mittelst der Differenztöne abgestimmt und war hierbei bis zu 13300 Schwingungen gelangt. Mir selbst gelang es nur bis zum C^6 mit 8192 Schwingungen durch die Differenztöne zu kommen. Von da an wandte ich meine Resonanzmethode an und mittelst dieser konnte ich dann die Erfahrung gewinnen, dass die Edelmann'schen Gabeln noch weit höhere Töne liefern können, als ihr Erfinder im Stande war, festzustellen. Durch entsprechende Verkürzung der Zinken kam ich zu einem Tone von ca. 22000 Schwingungen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Edelmann'schen Gabeln anderen Stimmgabeln gegenüber Vortheile bieten. So schon allein dadurch, dass dieselben sehr bequem befestigt und mittelst der Antolik'schen Methode sehr leicht zum Tönen gebracht werden können. Selbstverständlich ist auch ihre Herstellungsweise einfacher, wie die anderer Gabeln.

2. Eine neue Art von Klangfiguren.

Was mir die Edelmann'schen Gabeln weiterhin so interessant machte, war der Umstand, dass ich durch sie eine neue Art von Klangfiguren entdeckte, deren Wesen ich hier in Kürze schildern möchte. Ich kam nämlich auf den Gedanken, bei einer solchen Gabel oben auf die horizontale quadratische Stirnfläche Sand zu streuen. Sobald nun die Gabel angestrichen wurde, ordnete sich dieser Sand zu einer geradlinigen Knotenlinie, mitten durch die Stirnfläche sich bildend und senkrecht zur Schwingungsebene der Gabel gelegen. Diese eigenthümliche Art der Knotenlinien ist m. W. noch von Niemand beobachtet worden, und es zeigte sich bald, dass deren Auftreten nicht nur bei schwingenden Stimmgabeln, sondern auch bei Stäben und Platten ein vielfach vorkommendes ist. Zunächst konnte ich

beobachten, dass nicht bloss bei den Edelmann'schen Gabeln mit ihren breiten Stirnflächen, sondern bei Gabeln mit viel schmälern Stirnflächen die betreffenden Knoten sich sehr schön bilden. Eine König'sche Gabel, das C^4 mit 6,3 mm breitem Rücken, zeigte sie sehr schön. Eine grosse König'sche Gabel, das C^1, oben mit 9,3 mm quadratischen Stirnflächen, liess beim Anstreichen den Sand auf den Stirnflächen so heftig in Bewegung gerathen, dass die Bildung einer Knotenlinie zunächst nicht möglich wurde, wenn man aber die Gabel mehr und mehr ausklingen liess, wurde die Sandbewegung, falls man immer neuen Sand aufstreute, immer schwächer und schliesslich blieb eine Sandlinie mitten durch die Stirnfläche übrig. Diese grosse Gabel gestattete auch leicht, ihren nächsten Oberton hervorzurufen. Bei diesem waren die Schwingungsweiten der Zinken viel geringer wie vorhin, und entstanden nun die Knotenlinien sofort beim Aufstreuen des Sandes sehr schön.

Es war mir nun klar, dass diese Sandfiguren auch bei schwingenden Platten, nämlich solchen, deren Dicke nicht zu gering ist, sich bilden müssten und bestätigte sich dies sofort. Eine quadratische Platte mit 62 mm Seitenlänge und 6,4 mm Dicke wurde so mit ihrem Stiel eingeschraubt, dass eine obere Stirnfläche genau horizontal lag. Wurde dann die rechte verticale Seitenfläche in der Mitte angestrichen, so gab die Platte einen Ton mit ca. 7700 Schwingungen und sofort bildete sich auf der oberen Stirnfläche längs ihrer Mittellinie die erwartete Knotenlinie. Wenn man ferner die rechte verticale Seitenfläche oben nach der Ecke hin anstrich, so gelang es auch denjenigen Ton herauszubringen, bei welchem die Platte die Chladni'sche Klangfigur, falls erstere horizontal lag, in dem Kreuz mitten durch die vier Seiten des Quadrats geliefert hätte. Nunmehr zeigte die Platte auf der Stirnfläche die neue Knotenlinie in zwei Stücken einer Geraden beiderseits der Mitte der Stirnfläche, welche Mitte der Endstelle der Chladni'schen Figur durch die Mitte der Seiten entsprach, und da diese Mitte eine Chladnische Knotenstelle war, so musste auch der Sand unserer Stirnflächen-Knotenlinie hier in Ruhe verbleiben.

Es scheint mir nicht schwer, die Erklärung für das Zustandekommen dieser Sandlinien zu geben. Ich denke mir die Bewegung einer solchen Stirnfläche ähnlich wie die einer kleinen reclingulären oder quadratischen Scheibe, welche rasch um eine feste Gerade hin und her vibrirt, welche Gerade man durch die Mitten zweier gegenüber liegenden parallelen Seiten des Reitangels oder des Quadrats gelegt sich vorstellen muss. Die Hälften dieser Geraden machen dann um so heftigere Bewegungen, je weiter sie von den Drehcentren abliegen. Nach den Drehcentren hin muss dann also der Sand mehr und mehr in Ruhe verbleiben, und wenn auch die centrale Gerade nicht absolut in Ruhe wäre, so müsste der Sand doch längs jener ein Maximum der Ruhe erlangen.

Das Gesetz, welches diese »Stirnflächen-Knotenlinien«, wie ich sie zum Unterschiede der »Chladni'schen Knotenlinien« nennen möchte, befolgen, lässt sich in folgenden Worten zusammenfassen: »Die Ruhestellen der ersteren bilden sich an denjenigen Strecken, an welchen gerade die Schwingungsmaxima der letzteren liegen, d. h. wobei die letzteren keine Sandanhäufung dulden; die Stellen der Chladni'schen Knoten sind auch für die Stirnflächen-Knotenlinien die Stellen, an welchen keine Sandbewegung eintritt.«

3. Einige Erscheinungen bei sensitiven Flammen.

Die Reaction der sensitiven Flammen auf hohe Töne ist ja bekannt. Bemerkenswerth dürfte aber die Erscheinung sein, dass z. B. bei Galtonpfeifen die Flammen auch schwach zusammenzucken, wenn man bei ersteren die Luftsäule gleich Null nimmt und nur den Anblase-Luftstrom in Gang bringt; d. h. das Zischen am Labium vom Luftstrom erzeugt, kann allein schon die Flamme irritiren: ein Umstand, der möglicherweise bei der Verwendung von sensitiven Flammen eine gewisse Vorsicht erheischt.

Von Herrn Prof. Dr. F. Müller eingeführt hielt der Assistent der medicinischen Poliklinik, Herr Dr. Hugo Lüthje, als Gast, in der wissenschaftlichen Sitzung vom 26. April 1899 einen Vortrag:

Über einen Stoffwechselversuch an einem Diabetiker.

Ich möchte mir erlauben, Ihnen im Folgenden kurz über die Ergebnisse eines Stoffwechselversuchs an einem Diabetiker zu berichten. Der Kranke war in der hiesigen Privatklinik untergebracht und befand sich in absoluter Clausur. Die Pflege war ausschliesslich während der ganzen Versuchszeit von einer Schwester getragen, die sich ihrer Aufgabe mit grossem Interesse und andauernder Sorgfalt unterzog.

Ursprünglich hatte ich nur die Absicht, einige mit der Arbeit, die mich gerade im Laboratorium beschäftigte, zusammenhängende Fragen zu prüfen. Erst einzelne hierbei unvermutet auftretende Resultate sowie die sich bald herausstellende vorzügliche Brauchbarkeit des Falles zu Ernährungsversuchen, waren Veranlassung, auch andere Fragen in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen. Die kurze Zeit, die mir hier zu Gebote steht, gestattet es nicht, die Versuchsergebnisse in ausführlicher Weise zu besprechen und nach allen Seiten hin zu beleuchten; es muss dies einer ausführlicheren Publication vorbehalten bleiben. Aus demselben Grunde musste ich auch meine Tabellen hier in etwas zusammengedrängter Form geben.

Bekanntlich sind in der Litteratur mehrere Fälle von sogenannter »Pentosurie« beschrieben; es soll in diesen Fällen ein Zucker mit fünf C-Atomen, eine Pentose, ausgeschieden werden. Die Identificirung derselben wurde durch die Furfurolreaction, die Osazondarstellung sowie durch die Elementaranalyse des Osazons geführt. Um welche Pentose es sich handelt, ist nicht sicher bekannt; es scheint sich jedoch nach der Anschauung der betr. Autoren um dieselbe Pentose oder sagen wir besser um denselben pentosenartigen Körper zu handeln, den man aus dem Nucleoalbumin des Pancreas dargestellt zu haben glaubt. Es

lag daher nahe, folgenden Versuch anzustellen: man giebt einem Diabetiker, dessen Oxydationsvermögen für viele Kohlenhydrate erheblich gestört ist, möglichst grosse Mengen von Pancreas, um evt. experimentell »Pentosurie« zu erzeugen.[1]) Wie Sie sehen, haben wir in unserer Versuchstabelle verschiedene derartiger Pancreastage. Der Patient bekam teils natives Pancreas in gebratenem oder gekochtem Zustand oder ein mit Aether extrahirtes getrocknetes Pancreaspulver; meist beides zusammen. Von dem Pancreaspulver entsprachen etwa 100 gr 400 gr Rohpancreas. Der Patient ass davon an den einzelnen Tagen — auf Rohpancreas berechnet — bis zu drei Pfund. Aus den später zu besprechenden Ausscheidungsverhältnissen werden wir ersehen, dass die Resorption ausgezeichnet war. Auch nicht ein einziges Mal war es möglich, Pentosenreaction im Urin zu erhalten. Auch der eingeengte Urin gab heine Furfurolreaction; nach der Vergährung drehte der Harn nicht mehr. In Selbstversuchen, die Herr College Schwenkenbächer und ich an uns machten, gelang es ebenfalls nicht nach Aufnahme von 150 gr Pancreaspulver und ca. 1/2 Pfund gekochtem Pancreas — was etwa 7—800 gr Rohpancreas entsprechen würde — Pentosurie zu erzeugen. Übrigens schied unser Patient auch, nachdem er an einzelnen Tagen 3, 8, resp. 15 gr Xylose und 10, resp. 15 gr Arabinose, also recht erhebliche Mengen, aufgenommen hatte, von diesen Pentosen nichts im Urin wieder aus. Wir müssen also nach den vorliegenden Fütterungsversuchen mit Pentosen annehmen, dass die Oxydationsfähigkeit für Arabinose und Xylose bei unserem Diabetiker ziemlich gut gewesen sei. Immerhin aber muss — die Annahme der Pentosenabspaltung aus dem Pancreasnucleoalbumin als richtig vorausgesetzt — die Thatsache sehr auffallend erscheinen, dass der Patient trotz so ungewöhnlich grosser Aufnahme von Pancreas keine die Tollens'sche Reaction gebende Substanz ausgeschieden hat.

---

1) Erst nachträglich erfuhr ich, dass ähnliche Versuche von Salkowski an Tieren gemacht sind.

Noch von einem anderen Gesichtspunkte interessirte uns die Pancreasdarreichung. Wie gestaltet sich dabei die Oxalsäureausscheidung? Der Stand der Oxalsäurephysiologie ist kurz dieser: Sicher ist nach Versuchen von Wesley Mills und mir, dass die Oxalsäure sowohl im Tierkörper als im menschlichen Organismus gebildet werden kann. Über die Muttersubstanz der im Tierkörper gebildeten Oxalsäure gehen die Anschauungen weit auseinander. Mir schien es bisher nach den Angaben in der Litteratur das Wahrscheinlichste, dass die Oxalsäure den Nucleïnen entstamme, wenn mir auch ein früher in dieser Richtung ausgeführter Versuch — ich hatte einem Manne 750 gr Kalbsthymus gegeben, ohne eine Steigerung der Oxalsäureausscheidung beobachten zu können — resultatlos blieb. Unter Fritz Voit's Leitung sind ähnliche Versuche unabhängig von den meinen gemacht worden, über die Voit vor kurzem berichtet hat. Dieser Autor will zu positiven Resultaten gekommen sein, d. h. er sah eine regelmässige Steigerung der Oxalsäureausscheidung nach Darreichung von grossen Mengen Thymus; nur in einem Fall blieb dieselbe aus. Ich muss nach den Resultaten meiner Analysen — es wurden während der ganzen Zeit quantitative Oxalsäurebestimmungen gemacht — einen solchen Zusammenhang bezweifeln. Ich habe an einzelnen Pancreastagen überhaupt keine Oxalsäure im Harn gefunden, an anderen nur Spuren; jedenfalls niemals eine vermehrte Menge derselben. Ebenso versagten in dieser Beziehung die beiden Kalbsthymustage, an denen 1000, resp. 1150 gr Thymus verzehrt wurden. Dass die Nucleïnstoffe vorzüglich resorbirt und auch in hohem Grade umgesetzt wurden, sehen Sie aus den hohen Phosphorsäure- und Harnsäurezahlen. (Demonstration a. d. Tabelle).

Noch ein anderer Punkt bedarf hier der Erwähnung; es wird noch immer von einzelnen Seiten unbegreiflicher Weise die Möglichkeit einer »alimentären Oxalurie« bezweifelt und in der ausführlichsten Weise zu widerlegen gesucht. Unser Patient, der nie ein spontanes Oxalatsediment im Urin zeigte und dessen Oxalsäureausscheidung stets sehr gering war, hatte plötzlich ein

reichliches Kalkoxalatsediment an den beiden Tagen, an denen er je 200 gr Spinat erhielt, also ein stark oxalsäurehaltiges Gemüse. Die quantitative Ausscheidung betrug an diesen beiden Tagen das Vielfache der bis dahin beobachteten Oxalsäuremengen.

Dass die von den Gegnern der alimentären Oxalurie behauptete Umsetzung der löslichen Oxalate in das nicht lösliche und nicht resorptionsfähige Kalkoxalat innerhalb des Darmes teilweise stattfindet, scheint mir daraus hervorzugehen, dass sich an den beiden Spinattagen im Koth mikroskopisch massenhaft Kalkoxalatkrystalle nachweisen liessen; denn im Spinat ist die Oxalsäure, soweit ich weiss, in löslicher Form vorhanden.

Ich komme zu einer anderen Frage, nämlich der der Harnsäureausscheidung und -bildung. Sie sehen in der Tabelle an den Pancreastagen eminent hohe Harnsäurewerte verzeichnet; die höchsten sind 5,38 gr und 6,70 gr pro die. (Demonstration der betr. Harnsäuremengen). Von diesen war der grösste Teil spontan ausgeschieden; ich bemerke, dass die Zahlen sicher noch etwas zu gering sind, denn kleine Verluste waren bei der Sammlung und Trocknung der spontan ausgeschiedenen Harnsäure unvermeidlich. Es sind dies übrigens die höchsten Harnsäureausscheidungen, die bisher beobachtet sind, wenn ich von einem Fall einer acuten Leukämie absehe, die am letzten Tage ihres Lebens 8,7 gr Harnsäure ausschied. Die Zahlen, die man bisher nach Darreichung nucleïnreichen Gewebes beobachtet hat — Pancreas ist noch nicht gegeben worden — erreichen nicht annähernd die Höhe dieser Zahlen. An sich haben diese hohen Zahlen nur den Wert eines Curiosums. Ziehen wir jedoch die neueren Anschauungen über Harnsäurebildung, wie sie Minkowski kürzlich zum Ausdruck gebracht hat, in Betracht, so gewinnen sie doch einiges Interesse. Minkowski meint auf Grund seiner Untersuchungen, dass von den Zersetzungsprodukten der Nucleinstoffe nur das Hypoxanthin und das Adenin, soweit letzteres nicht präformirt eingeführt wird, Harnsäure liefert. In 100 Teilen Pancreas sind nach Kossel im Mittel 0,089 Tle. Hypoxanthin + Adenin enthalten. An dem Tage, an welchem 6,7 gr Harnsäure

ausgeschieden wurden, bekam der Patient 3 Pfund Pancreas; in diesen drei Pfund waren nach der Kossel'schen Analyse 1,34 gr Hypoxanthin + Adenin enthalten. Diese Menge reicht natürlich lange nicht aus, um 6,7 gr Harnsäure zu liefern. Vielleicht lässt sich daraus schliessen, dass noch andere Basen im Nucleïnmolekül an der Bildung der Harnsäure beteiligt sein müssen.

Bevor ich auf die Beziehungen zwischen Zuckerbildung und Fett-, resp. Eiweissnahrung eingehe, möchte ich mir erlauben, kurz an der Hand der Tabelle die Verhältnisse an den einzelnen Tagen durchzugehen.[1]) In die erste Columne habe ich die Menge der dargereichten Nahrung geschrieben; ich habe immer nur den Hauptbestandteil der Nahrung an den betr. Tagen verzeichnet; denn das was nebenher gegeben wurde, war so ausgewählt und wurde ausserdem in so geringen Mengen aufgenommen, dass es für den Stoffumsatz und speciell für die Zuckerausscheidung kaum oder gar nicht in Betracht kam. Kohlehydrate wurden während der ganzen Zeit gar nicht gereicht, abgesehen von je 50 gr Brot an den beiden ersten Tagen, sowie von den minimalen Mengen, die in je 200 gr Spinat enthalten sind (an zwei Tagen der letzten Periode). Die zweite Columne enthält die Harnmengezahlen. In der dritten Columne ist die Stickstoffausscheidung im Harn und der daraus berechnete Eiweissumsatz verzeichnet. Die vierte Columne enthält die Zahlen der täglichen Zuckerausscheidung, die fünfte die der Phosphorsäure-, die sechste die der Harnsäureausscheidung, die siebente die des Verhältnisses von ausgeschiedenem Stickstoff zu ausgeschiedenem Zucker. In der letzten Columne stehen die täglichen Körpergewichtszahlen. Die Kothanalysen, die Acetonzahlen, die Ammoniak- und Oxalsäurezahlen wurden der Einfachheit wegen fortgelassen.

---

1) Die ausführlicheren Belege müssen der späteren Publication vorbehalten bleiben. Es wurde die Nahrung natürlich auf das Genaueste abgewogen und, soweit es nötig erschien, analysirt. Der Koth wurde für die einzelnen Perioden abgegrenzt und ebenfalls analysirt (Fett und Stickstoff).

Zunächst sehen Sie hier eine Reihe von Rindfleischtagen, wenn ich von den beiden ersten Tagen, an denen je 50 gr Brot gegeben wurden, absehe. Die Zuckerausscheidung beträgt an diesen Tagen rund 48, 53, 58 u. s. w. gr, im Allgemeinen die Tendenz zum Absinken zeigend, was deutlich die Berechnung des Verhältnisses zwischen Harnstickstoff und Harnzucker illustrirt.[1]) Es folgen zwei Nutrosetage; am zweiten Tage Ansteigen der Zuckerausscheidung auf 70 gr. Hierauf wiederum zwei Fleischtage, an denen die Zuckerausscheidung auf 39, resp. 38 gr sinkt. Am folgenden Eiereiweisstag sinkt die Zuckerausscheidung plötzlich auf 10 gr herab. Es folgt ein Fleischtag mit 4, 8 gr Zucker und hierauf ein Fetttag mit 3,4 gr. Am nächsten Tage mit Pancreasfütterung steigt die Zuckermenge plötzlich auf 62 gr, um an den beiden darauf folgenden Nutrosetagen gar auf 80, resp. 113 gr zu steigen. Hierauf wiederum ein Eiereiweisstag mit einer Zuckerausscheidung von nur 2 gr. An den beiden nächsten Fetttagen schwindet der Zucker ganz aus dem Harn. Es folgen drei Nutrosetage, an denen die Zuckerausscheidung wieder sehr beträchtlich wird; sie beträgt an den drei Tagen 41, 72, resp. 39 gr. Hierauf zwei Kalbsthymustage ohne Zucker, dann zwei Rindfleischtage mit 8, resp. 5 gr Zucker. Es folgt eine dreitägige Pancreasperiode; am ersten Tage bei geringer Pancreasaufnahme und vor allem sehr geringen Eiweissumsatz gar kein Zucker; am zweiten Tag 1,9 gr Zucker; am dritten Tag 61 gr Zucker. Die Zuckerausscheidung von 32 gr am folgenden Fetttag ist sicher noch auf die vorhergehenden Pancreastage zu beziehen; denn Sie sehen wie am zweiten Fetttage die Zuckerausscheidung nur noch 1 gr beträgt. Ausserdem zeigen meine ausführlicheren Tabellen mit aller Sicherheit das Spätkommen der Zuckerausscheidung nach allen Pancreastagen. Ich habe Ihnen in der nebenanstehenden Tabelle einige Tage aus

---

1) Die allmähliche relative Abnahme der Zuckerausscheidung ergiebt sich übrigens des Näheren noch aus den Bestimmungen, die von Herrn Collegen Dr. Zängerle aus anderen Gründen vor der Zeit meiner Versuche gemacht wurden.

meinen ausführlichen Tabellen herausgeschrieben, an denen Sie dieses Gesetz deutlich erkennen können (s. Tab. 2); mit der Harnsäureausscheidung verhält es sich ähnlich. Die beiden folgenden Tage waren wieder Eiereiweisstage mit 11, resp. 12 gr Zucker; dann wieder ein Pancreastag mit 38 gr Zucker, und wir dürfen den folgenden Fleisch-Fetttag mit 45 gr Zucker ruhig noch hierher rechnen. Am zweiten und dritten Fettfleischtag sinkt die Zuckerausscheidung wieder auf 7, resp. 0,9 gr herab. Im Allgemeinen ist zu der Tabelle zu bemerken, dass die Ausnutzung an den einzelnen Tagen sehr gut war, vor allen auch an den Fett-, Pancreas- und Nutrosetagen. Etwas zu wünschen übrig liessen der erste Eiereiweisstag und die beiden Thymustage. Störend greift in die Zuckerausscheidungsverhältnisse das sich allmählich bessernde Zuckerverbrennungsvermögen ein. Würde letzteres constant geblieben sein, so würden die Zuckerzahlen vermutlich noch beweisender gewesen sein. Denn die Verbesserung des Oxydationsvermögens beeinflusst meine Zahlen in einem für die daraus zu ziehenden Schlüsse ungünstigen Sinne. Um dem Einwand zu begegnen, dass an den Tagen mit hoher Zuckerausscheidung mehr Eiweiss umgesetzt sei, verweise ich auf die Verhältnisszahlen zwischen ausgeschiedenem Stickstoff und Zucker. Dieses war vor allem bei der Formulirung der Schlüsse mit massgebend.

Die Ernährung war stets ausreichend, wie Sie aus den Körpergewichtszahlen ersehen; die grossen Schwankungen derselben an den einzelnen Tagen sind sicher vorwiegend bedingt durch den grossen Wechsel in Blasen- und Darmfüllung des Patienten.

Welche Schlüsse lassen sich nun aus den soeben besprochenen Zahlen ziehen? Beginnen wir mit der Zuckerbildung aus Fett. Noch jüngst ist von Rumpf an der Hand eines Stoffwechselversuchs an einem Diabetiker behauptet worden, dass der diabetische Organismus fähig sei, aus Fett Zucker zu bilden. Es ist hier nicht der Ort Kritik an dieser Arbeit zu üben; ich will nur bemerken, dass sie sehr viel Unerklärliches enthält.

Mein Diabetiker schied am 7. III, wie Sie sehen, 3 gr Zucker aus nach einer Zuckerausscheidung von 5 gr am vorhergehenden Tag. Am 12. und 13. III wurde gar kein Zucker ausgeschieden, trotzdem ungeheuer viel Fett resorbirt und, wie der geringe Eiweissumsatz am 13. III beweist, zweifellos auch verbrannt war. Am folgenden Nutrosetag wurden sofort wieder 41 gr Zucker ausgeschieden. Die Zuckerausscheidung von 32 gr am 24. III, ebenfalls einem Fetttag, ist sicher zu beziehen auf die vorhergehende Pancreasperiode (wie schon erwähnt wurde). Am gleich darauf folgenden Fetttag wird nur noch 1 gr Zucker ausgeschieden. Auch die beiden letzten Fettfleischtage zeigen eine niedrige Zuckerausscheidung; die 45 gr Zucker am 29. III bei Fleischfettkost sind abhängig vom vorhergehenden Pancreastag (s. Tab. 2). Wir sehen also, dass an den Tagen, wo grosse Mengen Fett gereicht wurden, niemals eine Steigerung der Zuckerausscheidung eintritt, häufig dagegen ein starkes Absinken. Es muss hiernach die Zuckerbildung aus Fett beim Diabetiker bestritten werden; wenigstens ist sie kein allgemeines Gesetz.

Was nun die Zuckerausscheidung nach Eiweissnahrung anlangt, so ist zunächst sehr auffallend die geringe Zuckerausscheidung nach Eiereiweissaufnahme; das ist um so bemerkenswerter. als sich im Reagensglas das Eiereiweiss ganz anders verhält: hier lassen sich aus ihm relativ hohe Mengen zuckerartiger Substanz abspalten.

Sehr bemerkenswert ist ferner die hohe Zuckerausscheidung nach Pancreasaufnahme, die an allen Pancreastagen wiederkehrt. Diese Thatsache, an der, wie meine ausführlicheren Tabellen noch deutlicher zeigen, nicht zu zweifeln ist, lässt zwei Erklärungen zu. Ich will vorweg nehmen, dass eine fermentative Wirkung des Pancreas irgend welcher Art nach der vorausgegangenen Behandlung ausgeschlossen war. Es konnte sich daher entweder um eine toxische Wirkung handeln, oder es musste im Pancreas eine Substanz enthalten sein, die im Körper grosse Mengen von Zucker liefern kann. Eine toxische Wirkung in dem Sinne, dass das Oxydationsvermögen für Kohlehydrate

stark geschädigt wird, ist nicht ganz ausgeschlossen; wir müssten dann allerdings der Nutrose dieselbe toxische Wirkung zuschreiben; denn auch an den Nutrosetagen sehen wir hohe Zuckerausscheidung. Die andere Möglichkeit, dass nämlich im Pancreasgewebe irgend eine Substanz grosse Mengen von Zucker liefert, liess in erster Linie an die Nucleïne denken; denn wir haben an der Harnsäure- und Phosphorsäureausscheidung gesehen, wie grosse Mengen von Nucleïn im Pancreas enthalten sein müssen. Ein Fütterungsversuch mit einem anderen nucleinreichen Gewebe musste in diesem Punkte Aufklärung bringen. Der darauf bezügliche Versuch mit Thymus am 17. und 18. III fiel absolut negativ aus, d. h. es wurde gar kein Zucker ausgeschieden Vielleicht ist es aber eine andere Substanz, die im Pancreasgewebe in grosser Menge vorhanden ist, und da liegt es nahe an das Leucin zu denken. Es erscheint nicht ausgeschlossen, dass das Leucin für die Zuckerbildung aus Eiweiss in Betracht kommt, eine Möglichkeit, auf die mein Chef, Herr Prof. F. Müller, noch vor kurzem hingewiesen hat. Damit wäre zugleich auch die hohe Zuckerausscheidung an den Nutrosetagen erklärt. Denn aus der Nutrose hat man bis zu 50% Leucin abgespalten. Wenn auch diese Erwägungen nur rein hypothetischen Wert haben, wäre es immerhin doch ganz wünschenswert, Fütterungsversuche mit Leucin an Phloridzintieren oder an Diabetikern zu machen. Weiterhin wird es nötig sein, meine Versuche an einem Diabetiker schwerster Form mit constant bleibendem Zuckerverbrennungsvermögen zu wiederholen. Unser Fall stand vielleicht in der Mitte zwischen den sogen. mittelschweren und schweren Fällen.

Zum Schluss möchte ich noch bemerken, dass ich an einem Pancreastag Cystin, an einem Fetttag mit Sicherheit Fett im Urin nachweisen honnte. Man könnte hier also wohl von einer alimentären Lipurie sprechen. Auffallend war an den Eiereiweisstagen die starke Fluorescenz des nativen Urins, die, wie das Spectrum zeigte, auf die Anwesenheit von Hydrobilirubin zu beziehen war.

Tabelle 1.

Datum	Nahrung	Harnmenge in ccm	N-Ausschdg.; in Klammer Eiweissums.	Zuker-ausscheidg. in g	Phosphor-säure-Ausscheidg. in g	Harnsäure-Ausscheidg. in g	N : Zucker	Körpergew. in Kilo
23. II.	530 g Fleisch, 250 g Wurst, 6 Eier, 50 g Schwarzbrot	2660	22,56 (141,0)	47,88	4,26	1,09	1 : 2,1	55,0
24. II.	550 g Fleisch, 250 g Wurst, 6 Eier, 50 g Schwarzbrot	2300	22,77 (142,3)	52,90	4,49	1,18	1 : 2,3	55,3
25. II.	600 g Rindfleisch, 250 g Wurst, 6 Eier	2650	28,62 (178,9)	58,30	4,90	1,13	1 : 2,0	55,8
26. II.	dto.	2490	24,40 (152,5)	39,84	3,98	1,88	1 : 1,6	55,2
27. II.	dto.	2770	35,73 (223,4)	66,48	5,29	1,34	1 : 1,9	54,7
28. II.	dto.	2075	28,43 (177,7)	41,50	4,28	1,05	1 : 1,5	54,5
1. III.	250 g Nutrose, 5 Eier .	2320	29,00 (181,3)	41,76	5,27	0,87	1 : 1,4	54,8
2. III.	400 g Nutrose	3200	42,24 (264,0)	70,40	6,24	0,87	1 : 1,7	55,2
3. III.	567 g Rindfleisch, 250 g Wurst	1770	26,91 (168,2)	38,94	3,36	0,96	1 : 1,4	55,6
4. III.	550 g Rindfleisch, 250 g Wurst	2370	37,90 (236,9)	37,90	4,65	1,59	1 : 1,0	56,2
5. III.	465 g Eiereiweiss (nativ), 310 g Album. ex ovis sicc.	2100	19,32 120,8	10,5	2,20	0,69	1 : 0,6	54,8
6. III.	215 g Eiereiweiss, 310 g Rindfleisch, 226 g Wurst, 150 g Speck	1200	21,72 (135,8)	4,8	2,38	0,89	1 : 0,2	54,4
7. III.	446 g Speck, 60 g Butter, 2 Essl. Sahne, 6 Eier, 303 g Fleisch, 215 g Wurst (fett)	1700	23,46 (146,6)	3,4	3,43	0,98	1 : 0,1	55,2
8. III.	300 g Pancreaspulver, 532 g nativ. Pancreas, 5 Eier	3240	31,37 (196,1)	61,56	*9,27*	*4,81*	*1 : 2,1*	55,7
9. III.	430 g Nutrose, 1 Ei . .	2745	34,04 (212,8)	79,60	*7,22*	1,56	*1 : 2,4*	55,5
10. III.	480 g Nutrose	4020	60,70 (379,4)	112,5	*9,17*	0,97	*1 : 1,8*	56,0
11. III.	780 g nativ. Eiereiweiss, 100 g Alb. ex ovis sicc.	1825	26,65 (166,6)	1,82	2,56	0,54	1 : 0,07	57,1
12. III.	600 g Speck, 20 g Butter, 2 Essl. Sahne, 108 g fette Wurst, 5 Eier	1850	22,94 (143,4)	0	2,87	0,65	—	58,1
13. III.	587 g Speck, 20 g Butter, 2 Essl. Sahne, 108 g fette Wurst, 4 Eier	1850	9,99 (62,4)	0	2,76	0,51	—	58,3
14. III.	450 g Nutrose	3400	21.08 (131,8)	40,8	4,69	0,69	1 : 2,0	58,9

Tabelle 1 (Forts.).

Datum	Nahrung	Harnmenge in ccm	N-Ausschdg.; in Klammer Eiweissums.	Zucker-ausscheidg. in g	Phosphorsäure-Ausscheidg. in g	Harnsäure-Ausscheidg. in g	N : Zucker	Körpergew. in Kilo
15. III.	450 g Nutrose	3600	48,96 (306,0)	72,0	6,59	0,70	1 : 1,6	58,0
16. III.	dto.	3510	53,00 (331,3)	38,61	6,39	0,67	1 : 0,7	58,5
17. III.	1000 g Kalbsthymus .	3040	39,22 (244,1)	0	5,93	*2,54*	—	57,8
18. III.	1150 g Kalbsthymus .	2155	19,61 (122,6)	0	4,61	*2,01*	—	57,6
19. III.	765 g Rindfleisch, 215 g roh. Schinken . . .	1950	29,84 (186,5)	9,75	5,64	1,36	1 : 0,3	56,2
20. III.	750 g Rindfleisch, 250 g roh. Schinken	2600	35,88 (224,3)	5,2	5,28	1,68	1 : 0,2	56,4
21. III.	1000 g nativ. Pancreas	1335	13,11 (81,9)	0	3,10	1,40	—	55,3
22. III.	1350 g nativ. Pancreas, 183 g Paucreaspulver	3760	45,69 (295,6)	1,9	*14,46*	*5,38*	1 : 0,04	56,7
23. III.	1500 g nativ. Pancreas. 2 Eier	4410	54,42 (340,5)	60,53	*14,60*	*6,70*	1 : 1,1	55,8
24. III.	616 g Speck, 32 g Butter, 2 Essl. Sahne, 156 g fette Wurst, 4 Eier, 200 g Spinat	2246	28,97 (181,5)	32,38	6,94	0,83	1 : 1,1	55,5
25. III.	620 g Speck, 52 g Butter, 1 Essl. Sahne, 197 g fette Wurst, 4 Eier, 285 g Spinat	1685	19,55 (122,2)	0,98	4,65	0,99	1 : 0,01	57,2
26. III.	1127 g nat. Eiereiweiss (38 Eier), 86 g Alb. sicc.	2120	21,84 (136,5)	10,6	2,37	—	1 : 0,4	57,2
27. III.	1097 g nat. Eiereiweiss (38 Eier), 113 g Alb. sicc.	2800	26,88 (168,0)	12,32	1,76	—	1 : 0,4	57,2
28. III.	200 g Pancreaspulver, 500 g nat. Pancreas, 2 Eier, 285 g Speck[1]) . .	3070	33,68 (210,5)	38,39	7,53	3,87	1 : 1,2	57,0
29. III.	390 g Fleisch, 6 Eier, 125 g Speck, 2 Essl. Sahne, 20 g Butter	2690	29,86 (186,6)	45,09	5,06	—	1 : 1,5	56,9
30. III.	Fett-Fleisch	1080	18,04 (112,8)	6,51	—	—	1 : 0,4	56,8
31. III.	Fett-Fleisch	1110	17,76 (111,0)	0,98	—	—	1 : 0,05	—

1) An diesem Tage wurde bereits morgens 7 Uhr mit der Pancreasaufnahme begonnen; um Mittag wurde das letzte Pancreas genommen; an allen anderen Pancreastagen wurde erst gegen Mittag das erste Pancreas verzehrt; die Hauptpancreasmahlzeit wurde gegen Abend gegeben.

Tabelle 2.

Datum	Nahrungsaufnahme	Urinmenge in ccm	Zucker in einzelnen Portionen °/°	Zucker in einzelnen Portionen gr	Phosphorsäure in den einzelnen Portionen in gr	N. in den einzelnen Portionen in gr	Harnsäure in den einz. Port. in gr	Gesamtzucker in gr	Ges.-Phosphorsäure in gr	Ges.-N. in gr; in Klammer der daraus berech. Eiweissumsatz	Ges.-Harnsäure in gr
26. III.	1127 gr natives Eiereiweiss (von 38 Eiern); 86 gr Album. sicc.; 119 gr Butter; 2 Essl. Sahne; 6 Tass. Kaffee; 5 Sardellen; 3 Tass. Bouillon; 3 Glas Rotwein.	2120	0,5	10,6	—	—	—	10,6	2,37	21,84 (136,5)	—
27. III.	9 U. m.: 2 Tass. Kaffee; 1 Essl. Sahne.	I P. 11 U. m. gelass. 385.	0	0	—	—	—	—	—	—	—
	11 U. m.: 294 gr nat. Eiereiweiss; 30 gr Butter; 1 Glas Wein.	II P. 1 U. mitt. gelass. 118.	0,05	0,06	—	—	—	—	—	—	—
	1½ U. nachm.: 373 gr nat. Eiereiweiss; 30 gr Butter; 3 Sard.; 2 Tass. Bouillon; 1 Glas Wein.	III P. 3 U. nachm. gelass. 220.	0,1	0,22	—	—	—	—	—	—	—
	4 U. nachm.: 200 gr nat. Eiereiweiss; 20 gr Butt.; 25 gr Album. sicc.; 2 Tass. Kaffee.	IV P. 5 U. nachm. gelass. 262.	0	0	—	—	—	12,32 —	1,76 —	26,88 (168,0)	—
	5½ U. nachm.: 63 gr nat. Eiereiweiss; 33 gr Alb. sicc.; 2 Tass. Kaffee; 1 Essl. Sahne.	V P. 7 U abds. gelass. 310.	0	0	—	—	—	—	—	—	—
	7 U. abds.: 167 gr nat. Eiereiweiss; 25 gr Butter; 4 Sard.; 55 gr Alb. sicc.; 1 Tass. Bouill.; 1 Glas Wein.	VI P. 10 U. abds. 500	0	0	—	—	—	—	—	—	—

Datum	Nahrungsaufnahme	Urinmenge in	Zucker in einzelnen Portionen %	Zucker in einzelnen Portionen gr	Phosphorsäure in den einzelnen Portionen in gr	N. in den einzelnen Portionen in gr	Harnsäure in den einz. Port. in gr	Gesamtzucker in gr	Ges. - Phosphorsäure in gr	Ges. - N. in gr in Klammer der daraus berech. Eiweissumsatz	Ges. - Harnsäure in gr
27. III.	Zusammen: 1097 gr nat. Eiereiweiss (von 38 gr Eiern); 113 gr Alb. sicc. u. s. w.	VII P. 7 U. morg. gelass. 1005.	1,2	12,06	—	—	—	—	—	—	—
28. III.	7 U. morg.: 100 gr Paucreaspulv.; 2 Tass. Kaffee.	I P. 10 U. m. gelass. 590	0,5	2,95	—	—	—	—	—	—	—
	10½ U. morg.: 100 gr Pancreaspulv.; 2 Tass. Bouillon.	II P. 11 U. m gelass. 210	0,6	1,26	—	—	—	—	—	—	—
	12½ U. mitt.: 500 gr natives Pancreas; 2 Tass. Bouillon; 1 Glas Wein.	III P. 1 U. mitt. gelass. 200	0,7	1,40	0,41	2,24	0,33	—	—	—	—
	4 U. nachm.: 125 gr Speck; 38 gr Wurst; 58 gr Ei; 2 Tass. Kaffee; 1 Essl. Sahne; 1 Glas Wein.	IV P. 3 U. n. gelass. 260	0,7	1,82	1,10	2,39	0,46	—	—	—	—
	7 U. abds.: 160 gr Speck; 62 gr Wurst; 60 gr Ei; 1 Essl. Sahne; 1 Tass. Bouillon; 1 Glas Wein.	V P. 4 U. n. gelass. 275	0,9	2,48	0,97	2,72	0,50	38,39	7,53	33,68 (210,5)	3,87
		VI P. 6½ U. n. gelass. 280	1,5	4,20	0,76	3,39	0,44	—	—	—	—
		VII P. 9 U. abds. gel. 275	1,5	4,12	0,73	3,57	0,39	—	—	—	—
		VIII P. 8 U. m. gel. 960	2,1	20,16	—	—	—	—	—	—	—
		(Port. I u. II u. VIII)	—	—	3,56	19,37	1,75	—	—	—	—

In der Geschäftssitzung vom 26. April 1899 wurde das bisherige ausserordentliche Mitglied Herr Oberarzt Professor Dr. Eberhard Nebelthau durch vorschriftsmässige Kugelung zum ordentlichen einheimischen Mitglied gewählt.

Aufgelegte Schriften:

Leopoldina, Heft XXXIV 12, XXXV, Nr. 1, 2, 3 und 4.
Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1898, Nr. 16 bis 18 und 1899, Nr. 1—4.
Mittheilungen aus dem naturwissenschaftlichen Verein in Greifswald. Jahrg. 30. Berlin 1899.
Verhandlungen des naturhist. medicinischen Vereins in Heidelberg. N. F. Bd. VI, Heft 1. Heidelberg 1898.
Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. Bd. 9, Heft 3 und 4.
Abhandlungen der Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. 21, Heft 3 und 4 und Bd. 24, Heft 4. Frankfurt a. M. 1898.
Informe del Museo Nacional de Costa Rica 1898. San Jose 1898.
American Naturalist, Vol. 33, Nr. 386, 387, 388. Boston 1899.
Bulletin of the New-York Public Library. Vol. 2, Nr. 12; Vol. III, Nr. 1, 2 und 3. New-York 1899.
Verhandlungen des deutschen wissenschaftlichen Vereins zu Santiago de Chile. Bd. III, Heft 5. Valparaiso 1897.
Annotationes zoologicae Japonenses. Vol. II, Part. IV. Tokio 1898.
Mittheilungen aus der medic. Fakultät der k. jap. Universität in Tokio. Bd. IV, Nr. 3 und 4. Tokio 1898.
Nuovo Cimento. Ser. IV, Tom. VIII. (Societa italiano di Fisica). Pisa 1898.
Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Ser. 3, Vol. V, fasc. 1, 2 und 3. Napoli 1899.
Rendiconti della R. Accad. dei Lincei. Nr. 296. Vol. VIII, fasc. 2, 3, 4, 6 und 7. Roma 1899.
Annali della facolta di medicina di Perugia. Vol. X, fasc. 2—4. Perugia 1898.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 5 Mai 1899

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 17. Mai 1899 berichtet Herr Johannes Meisenheimer über:

Die Entwicklungsgeschichte von Dreissensia polymorpha Pall.

I. Bis zur Ausbildung der jungen Trochophoralarve.

Als Süsswassermuschel von marinem Typus nimmt Dreissensia polymorpha in unserer Süsswasserfauna eine eigentümliche Sonderstellung ein. Dieser marine Typus äussert sich nicht allein in der Organisation des erwachsenen Tieres, er übt seinen Einfluss auch auf die Entwickelung aus, insofern eine mit allen charakteristischen Merkmalen der marinen Verwandten ausgerüstete Trochophoralarve auftritt. Korschelt hat dieselbe zuerst aufgefunden und kurz beschrieben, auf seine Veranlassung hin und mit Unterstützung der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg habe ich ihre Entwicklung zum Gegenstande einer eingehenden Untersuchung gemacht und möchte deshalb im folgenden kurz die bisher gewonnenen Resultate darlegen.

Dreissensia legt ihre sehr kleinen Eier (in conserv. Zustande 50—60 μ gross) frei ins Wasser ohne jede Hülle ab. Die erste Furchungsebene teilt das Ei in zwei ungleich grosse Hälften, die sich alsbald von neuem teilen und so ein vierzelliges Stadium

entstehen lassen, bestehend aus einer grösseren nach hinten gelegenen Zelle, zwei kleineren zu beiden Seiten und einer ebensolchen vorn. Die Richtung der Spindeln der beiden letzten Teilungen liegt umgekehrt als bei sämmtlichen bisher bekannten Formen, nämlich dexiotrop. Dies ist um so auffallender als die nächste Teilung, welche zum achtzelligen Stadium überführt, ebenfalls dexiotrop ist. Das achtzellige Stadium, hervorgegangen aus einer Teilung sämmtlicher Zellen des vierzelligen Stadiums, besteht aus einer grösseren, hinten gelegenen Zelle und sieben kleineren, derselben nach vorne hin aufsitzenden Zellen. Durch eine Teilung der hinteren, grösseren Zelle entsteht das neunzellige Stadium, und zwar erfolgt die Teilung derart, dass die grössere Masse der ursprünglichen Zelle nach dem animalen Pole hin, die kleinere nach dem vegetativen zu liegen kommt. Die grössere, neu entstandene Zelle stellt den I. Somatoblasten vor (X). Durch Teilung sämmtlicher übrigen Zellen entsteht schliesslich das 16-zellige Stadium von regelmässiger Anordnung, bestehend aus 8 Zellen der 1. Ectodermgeneration, 4 Zellen der zweiten und 4 vegetativen Zellen.

Die nächste Teilung betrifft den I. Somatoblasten, indem derselbe eine kleine Zelle nach rechts unten abgiebt, es folgen $a_{1 \cdot 1}$, $b_{1 \cdot 1}$, $c_{1 \cdot 1}$, $d_{1 \cdot 1}$ (nach der Nomenclatur von Wilson und Lillie) und a_1, b_1, c_1, d_1, sodass die erste Ectodermgeneration hiermit ihre Zellenzahl auf 16 erhöht hat. Am vegetativen Pole hat die dritte Ectodermgeneration bereits ihre Bildung begonnen, indem die hintere Zelle D eine kleine Zelle d_3 abgiebt und zugleich hat X ein zweites kleines Derivat nach links unten abgeschnürt, x_2. Nach zwei weiteren Teilungen von geringerer Bedeutung, nämlich von c_2 und x_1, wird die dritte Ectodermgeneration vollständig ausgebildet, indem A, B und C dem Beispiele von D folgen. Abgesehen von einer weiteren Teilung von X, welche zur Abschnürung von x_3 nach rechts oben führt, fesselt nun vor allem der animale Pol unsere Aufmerksamkeit durch zahlreiche Teilungen, welche die Zahl der Zellen der I. Ectodermgeneration auf 28 vermehren. Zunächst teilen sich die Quartetts $_{1 \cdot 1 \cdot 1}$ und

${}_{1\cdot 1\cdot 2}$, ihre Zellen liefern das Velum der Trochophoralarve, sodann auch d_1 und etwas später a_1, b_1, c_1, also die Zellen, welche innerhalb des Velums an der Bildung der Scheitelplatte beteiligt sind. Wenn ich sodann noch einige weitere Teilungen innerhalb der zweiten Ectodermgeneration, wie die von a_2. b_2, $c_{2\cdot 2}$, ferner die Abschnürung eines vierten Derivates von X, x_4, nach unten hin, sowie die Teilung von D zur Bildung von d_4, erwähne, so haben wir einen bemerkenswerten Abschnitt in der Furchung erreicht, insofern nunmehr an die Stelle der spiraligen Teilungen bilaterale zu treten beginnen.

Die erste Bilateralteilung vollzieht sich in X, diese Zelle in zwei gleichgrosse, symmetrisch gelegene Hälften zerlegend, es folgt ihr unmittelbar eine zweite Zelle, nämlich die Zelle d_4, welche wir als II. Somatoblasten oder abgekürzt mit M bezeichnen wollen. Aber beide Somatoblasten erfahren nochmals eine Unterbrechung in ihren Bilateralteilungen, indem sie noch ein kleines Element nach rechts oder links abgeben, alsdann folgen wieder regelmässige Bilateralteilungen. Diese beiden Somatoblasten nehmen einen ausserordentlich wichtigen Anteil an dem Aufbau der Larve, der I. Somatoblast liefert mit seinen grösseren, sich bilateral teilenden Zellen die Schalendrüse, mit seinen kleinen Derivaten (x_1, x_2, x_4, x_5) die Ventralplatte, d. h. die ventrale Seite der Larve, der II. Somatoblast versinkt später in die Tiefe und lässt aus sich einen grossen Teil des Mesenchymmuskelgewebes hervorgehen (Urmesodermzellen der Autoren).

Um hieran sofort das Schicksal der bisher beschriebenen Zellcomplexe anzuschliessen, so sahen wir bereits, wie aus der unteren Hälfte der I. Ectodermgeneration das Velum, aus der oberen im wesentlichen die Scheitelplatte hervorgeht, zweite und dritte Ectodermgeneration, denen sich vielleicht noch eine vierte und sogar fünfte anschliessen, bilden die seitliche Körperwand der Larve, die ganz vegetativ gelegenen Zellen den späteren Mitteldarm, indem sie sich durch die Gastraleinstülpung nach innen senken. Wir haben somit die Hauptteile der späteren Larve in ihren frühesten, gesonderten Umrissen vor uns, die

Umbildung erfolgt dadurch, dass diese Organanlagen sich nunmehr schärfer von einander abheben und differenziren.

Ehe wir die äussere Gestalt berücksichtigen, wollen wir getrennt davon zunächst die Anlage des Mesenchymmuskelgewebes genauer betrachten. Wir sahen eben, wie ein grosser Teil desselben aus dem II. Somatoblasten hervorgeht, aber derselbe ist nicht die einzige Anlage desselben. Bereits zur Zeit der ersten Bilateralteilungen treten einzelne kleinere Zellelemente im Inneren des Furchungskeimes auf, deren Ursprung nicht sicher festzustellen war und die nicht einmal ganz constant zu sein schienen. Ferner treten die eine oder andere Zelle zur Zeit des Beginnes der Gastulation aus dem Epithelverbande aus, um sich ins Innere zu verlagern und ein ähnlicher Vorgang wiederholt sich, wenn auch nur vereinzelt, auf noch bedeutend älteren Stadien. Auf die Bedeutung dieser Vorgänge im Vergleiche mit anderen Formen vermag ich hier nicht einzugehen, ich werde in meiner ausführlichen Arbeit mich weiter über dieselben verbreiten.

Während so das Mesenchymmuskelgewebe sich ausbildete, erlitt auch die äussere Form des bisher länglich ovalen Furchungskeimes mancherlei Veränderung, die zur Gestalt der definitiven Trochophoralarve überleiten. Es sind im wesentlichen zunächst zwei Processe, die uns in Anspruch nehmen und die zur Bildung zweier wichtiger Organe führen, nämlich der Schalendrüse und des Mitteldarmes. Beide gehen aus einer Einstülpung hervor, die Schalendrüse aus dem oben beschriebenen Complexe des I. Somatoblasten, der Mitteldarm aus den Zellen des vegetativen Poles. Beide Einstülpungen sind einander sehr ähnlich, sodass auf gewissen Stadien Verwechslungen nur durch schärfste Beobachtung zu vermeiden sind. Die Schalendrüseneinstülpung ist anfangs etwas umfangreicher, die Mitteldarmanlage zeichnet sich dadurch aus, dass schon sehr frühzeitig in ihrer vorderen Wandung die Leberzellen sich deutlich unterscheiden lassen. Die Einstülpungen reichen aber sehr tief ins Innere des Keimes hinein, sie füllen ihn nahezu völlig aus, sodann beginnt die Schalendrüseneinstülpung sich wieder auszustülpen und die Mitteldarmanlage

sich abzuschnüren, wobei der Blastoporus eine Verschiebung nach vorne hin erleidet. Die Abschnürung ist nie so vollständig, dass nicht ein Zusammenhang mit dem Ectoderm stets zu erkennen wäre, an eben derselben Stelle bildet sich alsbald eine neue Einsenkung, das Stomodaeum, d. h. also die Anlage des späteren Vorderarmes. Zugleich vollzieht sich an der Hinterseite eine ähnliche Einstülpung von etwas geringerer Ausdehnung, die Anlage des Proctodaeums. Beide Einstülpungen treten mit dem Darme in Verbindung und der Darmtractus ist so in seinen wesentlichsten Bestandteilen ausgebildet, zumal inzwischen auch die Sonderung von Leber, Magen und Dünndarm eine präcisere geworden ist.

Mit der Ausstülpung der Schalendrüse ist ein Flacherwerden der sie zusammensetzenden Zellen verbunden. Sobald sie ganz ausgestülpt ist, scheidet sie ein feines Schalenhäutchen ab, welches zunächst als unpaares Plättchen dem Rücken aufliegt und erst später eine Trennung in zwei symmetrische Hälften erfährt.

Es fehlen uns nun an der Ausbildung der jungen Larve im wesentlichen nur noch die Wimperorgane. Dieselben treten erst verhältnismässig spät auf, abgesehen natürlich von dem feinen, den ganzen Körper bedeckenden Wimperkleide. Zuerst machen sich die langen Wimpern an Velum und Scheitelplatte bemerkbar, ersteres bildet einen starken Wimperreifen aus, letztere einen stattlichen Wimperschopf. Dazu treten, abgesehen von einer starken Bewimperung des Schlundes, unterhalb desselben ein kurzes postorales Wimperband und endlich hinter dem Proctoäum ein starkes postanales Wimperbüschel.

Wir haben somit die charakteristischen Organe der jungen Trochophora bereits wohl ausgebildet vor uns, alle übrigen gehören mehr oder weniger ausschliesslich dem erwachsenen Tiere an, wenn ihre Anlagen auch auf dem Trochophorastadium auftreten, wir behalten sie sämmtlich dem Abschnitte über die Organbildung vor.

Ohne mich hier auf sämmtliche sich darbietenden Vergleiche

mit anderen Formen einzulassen, will ich nur eine einzige Form herausgreifen, deren Entwicklung recht genau bekannt ist, und kurz Dreissensia gegenüber stellen. Es handelt sich um die Unioniden nach den Untersuchungen Lillies. Der Modus der Furchung ist bei beiden Formen ein ausserordentlich übereinstimmender, wofern wir das allgemeine, zu Grunde liegende Schema berücksichtigen. Im einzelnen jedoch hat dasselbe bei beiden stark auseinandergehende Modificationen erlitten. Bei Dreissensia überragt ausserordentlich die erste Ectodermgeneration, auf dem Stadium von 54 Zellen besitzt sie bereits 29 Zellen, also mehr als die Hälfte zusammengenommen. Dagegen bleibt die zweite Generation sehr stark zurück, ihre Teilungen sind die unregelmässigsten von allen. Umgekehrt ist es bei Unio, hier überragt die zweite Generation an Zahl wie Grösse der Zellen, die erste bleibt weit zurück. Und welches ist die Ursache dieses verschiedenen Verhaltens? Sie liegt in der späteren Organisation der Larve. Das mächtig entwickelte Velum der Trochophoralarve übt seinen Einfluss bei Dreissensia auf junge Furchungsstadien zurück aus, es veranlasst die schnellen Teilungen der ersten Generation, die larvalen Mantellappen der Glochidiumlarve bei Unio machen sich in gleicher Weise durch das Hervortreten der zweiten Generation, von welcher sie sich herleiten, bemerkbar; dass umgekehrt die erste Generation unterdrückt ist, liegt daran, dass das Velum nahezu völlig rudimentär geworden ist. Die gleichhohe Ausbildung der Schale hat die gleiche Entfaltung des I. Somatoblasten zur Folge, der larvale Mesoblast bei Unio entspricht einigen der später austretenden Mesenchymzellen von Dreissensia, die mächtige Entwicklung des Adductormuskels der Glochidiumlarve lässt ihn an Masse diejenige des II. Somatoblasten sogar noch übertreffen. Ueberall also, wohin wir uns wenden, erkennen wir den Einfluss der Larvenorganisation innerhalb des Verlaufes der Furchung, sehen wir die Rückwirkung der Organe, je nachdem sie aufzutreten beginnen, sich hoch entfalten oder wieder rückgebildet erscheinen.

In derselben Sitzung (17. Mai 1899) sprach Herr Schaum:

Über einen Flüssigkeitswiderstand mit verschiebbarer Mittelelektrode.

Die Messung elektromotorischer Kräfte ist für die chemische Forschung ein unentbehrliches Hilfsmittel geworden; so hat die Bestimmung der Potentialdifferenzen von Metallen gegen ihre Salzlösungen sowie von unangreifbaren Elektroden gegen Oxydations- und Reduktionsmittel die analytische Chemie in hohem Grade gefördert und manche chemische Vorgänge, wie die Ausfällung eines Metalls aus seiner Salzlösuug durch ein anderes, die Oxydations- und Reduktionsprozesse u. a. in einfacher Weise zu erklären vermocht.

Eine sehr genaue und bequeme Methode zur Bestimmung elektromotorische Kräfte ist das Poggendorff-Du Bois-Reymond'sche Kompensationsverfahren. Es wird in der Weise ausgeführt, dass man ein Element E durch einen Widerstand $a\ b$ schliesst und in einem von a abzweigenden Nebenschluss die zu messende Kette e dem Element E entgegenschaltet. Der Nebenschluss enthält noch ein Kapillarelektrometer (oder dergl.) und endigt in einem auf $a\ b$ beweglichen Kontakt c. Letzterer wird so lange verschoben, bis das Elektrometer keinen Ausschlag mehr giebt. Eine Wiederholung des Verfahrens mit einem Normalelement e_0 ergiebt den gesuchten Wert der *E. M. K.* von e, indem sich der Wert von e zu dem von e_0 verhält, wie die Widerstände ac: $a\ c_0$, bei denen beide Ketten kompensiert waren. Grundbedingung für die Möglichkeit der Messung ist, dass die *E. M. K.* von E grösser ist als die von e und von e_0.

Die Verwendung einer Messbrücke mit Schleifkontakt oder einer Kohlrausch'schen Brückenwalze als Widerstand $a\ b$ ist nur bei der Anwendung eines guten Akkumulators als Element E möglich; andernfalls ist der Widerstand der Drähte zu gering und nimmt infolgedessen die *E. M. K.* des Elementes E rasch ab; selbst wenn man den Hauptstromkreis immer nur für möglichst kurze Zeit schliesst, ist die Abnahme der *E. M. K.* von E eine

beträchtliche Fehlerquelle. Genaue Messungen erfordern aber meist ein häufiges und auch längeres Schliessen des Hauptstromkreises, so dass der Widerstand von *a b* immerhin einige hundert Ohm betragen muss. Man bedient sich am besten eines Ostwald'schen Stöpselkastens, welcher alle Widerstände unter sich verbunden enthält und durch zwei Stöpsel beliebige Potentialdifferenzen abzunehmen gestattet, oder eines entsprechend umgeformten Siemens'schen Rheostaten; eventuell kann man zwei gleiche Siemens'sche Kasten in der Weise benutzen, dass der eine für *a c*, der andere für *b c* eintritt. Der Kontakt *c* wird also zwischen beiden unbeweglich angebracht und man entfernt aus dem einen Satz sämmtliche Stöpsel, während man in dem andern alle behält. Beim Kompensieren setzt man dann jeden Stöpsel, der auf der einen Seite entfernt wird, an die entsprechende Stelle im anderen Widerstand.

Da in manchen Laboratorien keine oder nicht genügend Akkumulatoren und Widerstandskästen vorhanden sind, habe ich versucht, einen einfachen Apparat zu konstruieren, welcher den Vorzug grosser Billigkeit mit möglichst grosser Leistungsfähigkeit verbindet. Ich bin zu der Form der Messbrücke zurückgekehrt, habe aber den primären Leiter durch einen Leiter zweiter Klasse ersetzt; man kann auf diese Weise den Widerstand *a b* beliebig gross machen. Die Elektroden müssen, um Polarisation nach Möglichkeit zu vermeiden, umkehrbar sein; man nimmt also Cu-Elektroden in $CuSO_4$-Lösung, oder Ag-Elektroden in $AgNO_3$- oder $AgClO_3$-Lösung (Ag und ClO_3 haben fast die gleiche Wanderungsgeschwindigkeit.)

Der Apparat ist in folgender Weise zusammengesetzt. Drei kreisrunde Elektroden von 0, 5 mm. starkem Kupferblech und möglichst gleicher Grösse werden an Kupferstiften, welche einen isolierenden Überzug tragen, befestigt; eine derselben wird auf einem Dreikant verschieblich angebracht, die beiden anderen werden an den Enden des Dreikantes isoliert und unbeweglich angeschraubt. Der Abstand der beiden Endelektroden beträgt 50 cm. Alle drei Elektroden tragen Klemmschrauben, die ver-

schiebbare Mittelelektrode ausserdem noch einen Zeiger, welcher auf einer Millimeterskala gleitet. Liegt die Mittelelektrode fest auf einer der Endelektroden an, so steht der Zeiger auf 0 resp. auf 50. Man achtet darauf, dass die Elektroden möglichst parallel angeordnet sind und die Verbindungslinie ihrer Mittelpunkte eine Horizontale ist, sowie dass die Mittelelektrode sich ohne seitliche Abweichung verschiebt. Die Elektroden tauchen in einen Trog, der mit einer nach Bedarf verdünnten $CuSO_4$-lösung beschickt wird. Der Widerstand zwischen den Endelektroden betrage etwa 1000 Ohm. Der Trog wird in einen Holzklotz, auf welchem der Dreikant befestigt ist, eingelassen.

Man prüft den Apparat in der Weise, dass man den Widerstand zwischen einer End- und der Mittelelektrode von 2 zu 2 cm bestimmt und eine Korrektur auf der Skala anbringt. Man kann auch eine Skala aus Millimeterpapier benutzen, in welche man die gefundenen Widerstände einträgt. Der Flüssigkeitswiderstand gestattet sehr genaue Messungen der elektromotorischen Kraft; ich erhielt mit dem noch ziemlich rohen vorliegenden Apparat Abweichungen von 1 $^0/_0$ gegenüber den mit dem Ostwald'schen Kasten ausgeführten Bestimmungen.

Will man bei sehr langer Inanspruchnahme des Apparates jegliche Bildung von Konzentrationsketten vermeiden, so bedient man sich eines Schlüssels, welcher den Hauptstromkreis erst kurze Zeit vor der Einschaltung des Elektrometers schliesst. Zu diesem Zweck habe ich an dem Taster des Elektrometerschlüssels einen isolierten Stift mit einem metallischen Bügel angebracht, welcher beim Herunterdrücken des Tasters, noch ehe dieser den metallischen Kontakt berührt, durch Eintauchen in zwei Quecksilbernäpfe, die mit Klemmschrauben in Verbindung stehen, den Schluss des Hauptstromkreises herbeiführt.

Mit Versuchen über die zweckmässigste Form sowie über die Leistungsfähigkeit des Apparates ist Herr cand. Miltbraed beschäftigt.

Auf Veranlassung von Prof. Hans Meyer berichtet Dr. Halsey als Gast in der Sitzung vom 17. Mai 1899:

Ueber Phloridzin-Diabetes bei Hunden.

Vor kurzer Zeit hat Lusk gezeigt, dass es möglich sei, durch häufige subcutane Injection von Phloridzin bei Hunden und bei Kaninchen eine Ausscheidung von Dextrose und Stickstoff in nahezu konstantem Verhältniss herbeizuführen. Bei hungernden Hunden war dies Verhältnis von Zucker zu Stickstoff durchschnittlich 3.7 zu 1, bei Kaninchen dagegen circa 2.8 zu 1. Unter anderem hat er auch den Einfluss der Darreichung von Fleisch, Leim und Fett untersucht und gefunden, dass die Zufuhr von Fleisch oder Leim dies Verhältniss nicht änderte, ebensowenig die Zufuhr von Fett. Aus den Ergebnissen seiner Versuche zog Lusk den Schluss, dass aus 100 g. Eiweiss wenigstens 57 g. Zucker abgespalten werden könnten.

Es erschien wünschenswerth, seine Versuche zu wiederholen, sowie sie nach verschiedenen Seiten zu erweitern. Besonders wollte ich feststellen, inwieweit Darreichung verschiedener Eiweisstoffe und deren Spaltungsprodukte das erwähnte Verhältniss beeinflusse.

Einstweilen habe ich zwei Eiweissstoffe und ein Spaltungsprodukt der Proteide im angegebenen Sinne untersucht, sowie einige Erfahrungen gesammelt, die mir einer Mittheilung werth erscheinen.

Die Giftigkeit des Phloridzins hat mir indess eine grosse Schwierigkeit bereitet, die ich zum Theil dadurch habe überwinden können, dass ich die käuflichen Phloridzinpräparate durch Umkrystallisation reinigte und etwas weniger giftig machte. Immerhin traten Krampferscheinungen nur zu häufig ein, und in drei Fällen starben die Hunde an plötzlich in der Mitte der Versuchsreihe auftretender Phloridzinvergiftung. Die Section in diesen tötlich endenden Fällen gab keine Aufklärung. Nicht selten traten bei den Phloridzinhunden in sehr störender Weise auch Durchfälle auf, die die Fortsetzung des Versuches mitunter

sogar ganz vereitelten; in einem Versuch (Tabelle VI) erkrankte der Hund plötzlich an Albuminurie mit begleitenden schweren Vergiftungssymptomen: Schwäche, Somnolenz, Delirium. Aus diesen Gründen habe ich meine Versuche noch nicht in dem beabsichtigten Umfang ausführen können.

Die Versuchsanordnung war folgende: ein Hund wurde unter Injection von Phloridzin so lange hungern gelassen, bis ein möglichst konstantes und für das betreffende Individuum als normal zu erachtendes Verhältniss zwischen ausgeschiedener Dextrose und Stickstoff sich eingestellt hatte; dann wurde geprüft, welchen Einfluss die Fütterung mit bestimmten Substanzen darauf ausübte.

Sehr bald stellte sich heraus, dass das normale Verhältniss bei verschiedenen Thieren ein verschiedenes ist, und zwar schwankte es zwischen 4.2 und 2.8 zu 1. Wie schon erwähnt hat Lusk aus seinen Versuchen berechnet, dass aus 100 g. Eiweiss 57 g. Zucker entstehen und ausgeschieden werden. Nach meinen Versuchen würde eine ähnliche Berechnung ergeben, dass bis zu 65 g. Zucker aus 100 g. Eiweiss gebildet und ausgeschieden werden. Den Grund dieser individuellen Verschiedenheit aufzuklären ist mir bis jetzt nicht gelungen. Gewisse Beobachtungen sprechen dafür, dass sie mit dem Ernährungszustand des Versuchsthieres und vielleicht mit dessen Vorrat an Körperfett zusammenhängt, da regelmässig die fettreicheren Hunde ein höheres Verhältniss D : N zeigten als die mageren. Auch gelang es mir einmal, dies Verhältniss durch Fettfütterung etwas im selben Sinne abzuändern, (Tabelle VI) und ebenso durch Wiederholung des Versuches an einem und demselben Thiere nach langdauernder Fettmästung (Tabelle II. und VI). Jedoch muss diese Frage einstweilen unentschieden bleiben mit Rücksicht auf einen Versuch (Tabelle VIII), wo ein Thier während dreier Tage grosse Mengen Fett erhielt und nachweislich resorbierte, ohne dass das vorher bei Hunger oder Fleischfütterung beobachtete Verhältniss geändert wurde.

Auf die Ergebnisse dieser Fettversuche möchte ich desshalb aufmerksam machen, weil in letzter Zeit die Zuckerbildung aus Fett wieder als bewiesen erklärt worden ist. Wenn das Fett bei Phloridzin Diabetes überhaupt auf das Verhältniss D : N einen Einfluss hat, wie aus einigen Versuchen hervorzugehen scheint, so möchte ich diese Wirkung nicht so auffassen, als ob Zucker aus Fett gebildet worden wäre, sondern vorläufig in dem Sinne deuten, dass Zucker durch Fett vor der Verbrennung geschützt wurde und so in grösserer Menge zur Ausscheidung gelangen konnte.

Da Casein bekanntlich im Reagensglas keine reducierende Substanz liefert, Hühnereiweiss dagegen am meisten von allen in dieser Richtung untersuchten Proteiden, und zwar nach Seemann circa 10%, so habe ich diese zwei Substanzen zuerst herangezogen. Hierbei stellte sich heraus, dass das Casein jedesmal ein Sinken des normalen Verhältnisses D : N bewirkte, während es durch Hühnereiweiss kaum beeinflusst wurde. (Tab. II bis V). Durch Berechnung lässt sich zeigen, dass aus 100 g. Casein circa 6 bis 8 g. weniger Zucker im Hunde-Organismus gebildet wurden als unter entsprechenden Verhältnissen aus derselben Menge Hühnereiweiss. Der Unterschied ist allerdings sehr gering, stellte sich aber in verschiedenen Versuchen regelmässig ein. Ob diese Verschiedenheit in der zuckerbildenden Fähigkeit der zwei Substanzen durch die An- beziehungsweise Abwesenheit der Glykosamin liefernden Gruppe bedingt ist, lässt sich mit Sicherheit nicht entscheiden, ist aber a priori sehr wahrscheinlich. Der Unterschied zwischen meinen Resultaten und den von Lüthge bei seinem Diabetiker erhaltenen wird vielleicht durch weitere Versuche erklärt werden.

Leucin, ein Spaltungsprodukt der Proteide, das nach Ansicht Fr. Müller's bei der Zuckerbildung betheiligt sein könnte, hat sich in meinen Versuchen als Zuckerbildner nicht erwiesen. In einem Versuch (Tab. V) konnte nach Fütterung von 27 g. Leucin eine vermehrte Zuckerausscheidung mit Sicherheit ausgeschlossen werden. In einem zweiten Versuch (Tab. IX)

war das Resultat nicht so eindeutig. Ich glaube aber auch hier ist das Leucin nicht in Zucker verwandelt worden, wie ich in den Anmerkungen bei der betreffenden Tabelle ausführen werde. Ich möchte zwar die Möglichkeit nicht leugnen, dass dieselben Atomcomplexe im Eiweissmolekül, die bei der hydrolytischen Spaltung Leucin liefern, im thierischen Organismus an der Zuckerbildung theilnehmen. Da jedoch nach den Untersuchungen von Schulze und Hüfner und ihren Schülern die aus Eiweiss gewonnenen Leucine wenigstens zum grössten Theil als amidierte Isocapronsäuren anzusehen sind, mithin eine verzweigte Kohlenstoffkette enthalten, so müssen uns Bedenken entstehen gegen die Annahme, dass aus ihnen Hexosen, also Körper mit gerader Kette werden sollen.

Gegen die Annahme aber, dass der im thierischen Organismus aus Eiweiss gebildete Zucker wenigstens zum Theil durch echte Synthese, und nicht allein durch Abspaltung von schon praeformirten 6 Kohlenstoffatome enthaltenden Complexen geliefert werde, scheint mir kein prinzipieller Einwand zu existieren. Vielleicht ist damit dieser biologische Vorgang zu erklären.

Tabelle I.

Dachshündin. 10 Kilo. Hungert 36 Stunden.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.	Phloridzin 1.0 g 4 mal täglich			
1	27.50	7.40	3.72	Hunger				
2	38.40	13.88	2.76	„	Krämpfe			
3	35.86	11.71	3.06	„				
4	28.26	10.97	2.67	„	Krämpfe	Phloridzin	1.3 g	4 mal täg.
5	30.00	10.74	2.79	„		„	„	„
6	28.12	9.37	3.00	„	Krämpfe	„	1 g	„
7	31.33	10.03	3.12	„		„	1 g	„
2—7	191.97	66.70	2.88					

Berechnet für Körpereiweiss:

100 g liefern 15.4 × 2.88 = 44.3 g Zucker.

Wegen Abscesse und sehr heftiger dauernder Krämpfe musste der Versuch am folgenden Tag abgebrochen werden.

Tabelle II.

Foxterrier. 4.8 Kilo. Hungert 72 Stunden. Phloridzin 0.8 g 4 mal tägl.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.
1—2	42.73	11.98	3.56	Hunger
3—4	52.56	16.83	3.12	„
5—8	95.26	35.79	2.66	Casein 137 g
9—10	31.70	10.11	3.13	Hunger.

Berechnet für Körpereiweiss: 100 g liefern 3.12 × 15.4 = 48.0 g Dextrose.
„ „ Casein: 100 g „ 2.34 × 15.3 = 35.8 g „

In der Caseinperiode wurden 35.79 g N ausgeschieden, wovon 20.96 g Casein = N abgezogen wird. Der Rest 14.83 g musste aus Körpereiweiss stammen und entspricht demnach 46.27 g Dextrose. Der Rest des ausgeschiedenen Zuckers 48.99 g dividiert durch die Menge des Caseinstickstoffs giebt das Verhältniss D : N gleich 2.34 zu 1, das für die Berechnung benutzt wurde. Aehnliche Berechnungen gelten auch für die folgenden Versuche.

Tabelle III.

Hündin unreiner Rasse. 14 Kilo. Hungert 24 Stunden.
Phoridzin 1.5 g 4 mal täglich.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.
1—2	96.25	20.54	4.73	Hunger
3	51.07	12.34	4.13	„
4—7	215.58	58.35	3.63	290 g Nutrose
8—10	105.28	24.93	4.22	Hunger.

Berechnet für Körpereiweiss: 100 g liefern 15.4 × 4.19 = 65 g Dextrose.
„ „ Casein: 100 g „ 15.3 × 3.52 = 54 g „

Tabelle IV.

Schäferhündin. 10 Kilo. Hungert 50 Stunden. Phloridzin 1 g 4 mal täglich.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.
1½	61.44	15.08	4.20	Hunger
2—3	74.40	25.40	2.95	„
4—6	102.41	36.65	2.80	147 g Casein
7—9	90.04	30.01	3.00	135 g Hühnereiweiss

Berechnet für Körpereiweiss: 100 g liefern 45.5 g Dextrose (15.4 × 2.95)
„ „ Casein: 100 g „ 39.5 g „ (15.3 × 2.60)
„ „ Hühnereiweiss: 100 g „ 45.5 g „ (15.2 × 3.0).

Tabelle V.

Hündin gemischter Rasse. 15 Kilo. Phloridzin 1.5 g 4 mal täglich. Hungert seit 50 Stunden.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.
1½	72.00	15.40	4.67	Hunger
2	49.09	14.00	3.50	„
3	42.72	13.38	3.20 [1]	„
4—6	146.46	40.15	3.65	Hühnereiweiss 180 g
7—9	127.48	37.81	3.37	Casein 200 g
10—11 (36 Stunden)	46.48	15.90	2.90	Leucin 27 g
11 (12 Stunden)	17.41	4.59	3.75	Hunger.

Berechnet für	Körpereiweiss:	100 g	liefern	55.9 g	Dextrose
„ „	Hühnereiweiss:	100 g	„	56.0 g	„
„ „	Casein:	100 g	„	49.0 g	„
„ „	Leucin:	100 g	„	0.0 g	„

Tabelle VI.

Foxterrier. 5½ Kilo. Phloridzin 0.8 g 4 mal täglich. Hungert 36 Stunden.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.
1—2	46.38	11.32	4.09	Hunger
3—4	47.36	14.72	3.24	„
5—7	43.95	12.46	3.53	Fett 88 g
8	10.57	3.56	2.97	Hunger.

Am 7. Tage wurde dieser Hund plötzlich krank und der Harn enthielt Eiweiss, gleichzeitig sank das Verhältniss D : N von 3.73 auf 2.93 hinunter.

Tabelle VII.

Foxterrier. (Dasselbe Thier wie in Tabelle II). Seit 10 Wochen mit fettreicher Nahrung gemästet. Hungert 48 Stunden. Phoridzin 0.8 g 4 mal täglich.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.
1 (36 Stunden)	54.40	8.70	6.26	Hunger
2	31.33	7.55	4.15	„
3	30.08	7.45	4.13	„

Am 4. Tage ungefähr 1 Stunde nach Phloridzininjection sehr heftige Krämpfe, die fortdauerten bis nach 3 Stunden der Tod eintrat.

---

1) Harn gegohren in der Blase.

Tabelle VIII.

Schäferhund. 8 Kilo. Hungert 72 Stunden. Phloridzin 1 g 4 mal täglich.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.
1 (36 Std.)	31.37	9.74	3.22	Hunger
2—4	63.18	23.08	2.73	Hunger und Fleisch
5—7	63.02	23.26	2.70	150 g Fleisch, 75 g Fett täglich
8	19.84	6.51	3.04	150 g Fleisch.

Tabelle IX.

Dasselbe Thier wie in Tab. V. Hungert 36 Stunden. Phlor. 1 3/4 g 4 mal tägl.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.
1 (36 Std.)	56.21	8.96	6.24	Hunger
2	31.35	7.46	4.20	„
3	48.17	12.57	3.81 (3—4)	Leucin 25 g
4 (12 Std.)	19.50	4.93		Hunger
5 (24 Std.)	21.02	5.44	3.86	„

Während der Hungerperioden wurden 52.37 g Zucker und 12.90 g N ausgeschieden, wonach das Verhältniss D : N gleich 4.06 zu 1 ist. Während der Leucinperiode wurden 17.50 N ausgeschieden, wovon 2.7 g als Leucinstickstoff abzuziehen sind. Der Rest des ausgeschiedenen Stickstoffs 14.8 g multipliciert mit der obigen Zahl 4.06, giebt 60.08 g als die aus Körpereiweiss zu erwartende Menge Dextrose. Da 67.67 g Zucker ausgeschieden wurden, bleiben 7.6 g Zucker übrig, die nach der Berechnung von Leucin stammen könnten. Jedoch glaube ich, dass dies nicht der Fall ist, sondern dass das Leucin so wirkte, wie ich für das Fett annehme, nämlich Zucker sparend, — oder, da ersichtlich durch die Leucinzufuhr der Eiweisszerfall sehr gesteigert wurde, könnte dies Plus an Zucker auch durch den gesteigerten Eiweisszerfall erklärt werden, indem der überreichlichen Bildung von Zucker aus Eiweiss ein nicht entsprechend gesteigerter Zuckerverbrauch gegenüberstand; auch können beide Momente zusammen zur Erklärung herangezogen werden.

Tabelle X.

Dänische Dogge. 20.7 Kilo. Hungert 5 Tage.

Tag	Dextrose	N	D : N	Diät.		
1—2	118.58	25.04	4.70	Hunger	Phlor. 2 g	3 mal täglich
3	71.72	18.88	3.80	„	„ „	„ „
4	63.24	18.57	340	Hunger	Phlor. 2 g	4 mal täglich
5	55.09	15.47	3.56	Fett 200 g	Phlor. 2 g	4 mal täglich
6	48.78	13.48	3.62	„ 260 g	„ „	„ „
7	50.36	15.13	3.33	Hunger	Phlor. 2 g	4 mal täglich
8	54.41	17.68	3.05	Fibrin 60 g	„ „	„ „

Herr A. Noll sprach in der Sitzung vom 17. Mai 1899:

Über die quantitativen Verhältnisse des Protagons im Nervensystem.

Die vorliegenden Untersuchungen zielen dahin, die Beziehungen des Protagons zum Nervenmark genauer festzustellen. Es erwies sich als möglich, das Protagon quantitativ zu bestimmen aus dem Reduktionsvermögen der in seinem Molekül enthaltenen reduzierenden Substanzen beim Kochen mit Fehling'scher Lösung. Das Protagon wurde mit einer Salzsäure von 0,75 % Gehalt an HCl gespalten und das Verhältnis von reduziertem Kupfer zu Protagon für 5—50 mg Kupfer festgestellt.

Nach diesem Verfahren wurde der Protagongehalt verschiedener Teile des Nervensystems bestimmt, welche sich durch ihren Gehalt an markhaltigen Nervenfasern möglichst unterschieden. Es ergab sich, dass der Protagongehalt der untersuchten Partieen um so grösser war, je reichlicher in denselben markhaltige Nervenfasern vorhanden waren. Den bedeutendsten Reichtum an Protagon zeigte die weisse Substanz des Gehirns und Rückenmarks, in nur ganz geringer Menge fand sich dasselbe in der grauen Substanz, welche der Grosshirnrinde entnommen war. Die Bestimmungen wurden an menschlichem Material und an solchem vom Ochsen und Rind, sowie vom Pferd ausgeführt.

Das ganze Gehirn eines menschlichen Embryo von 32 cm Länge enthielt nur Spuren Protagons, dasjenige eines ausgetragenen Kindes 0,2944 g Protagon, während der Protagongehalt des Gehirns eines 4 Monate alten Kindes 2,8376 g betrug. Das Protagon nimmt also im jugendlichen Gehirn zu in dem Masse, wie in demselben die Markreifung fortschreitet.

Diese Untersuchungen beweisen somit, dass das Vorkommen des Protagons im Nervensystem an das Nervenmark gebunden ist, was bereits durch frühere Untersuchungen, welche auf die Reindarstellung dieses Körpers abzielten, wahrscheinlich gemacht war.

Die weisse Substanz der Grosshirnhemisphären des Menschen wie der untersuchten Tiere zeigte einen innerhalb einer Grenze

von 2 $^{1}/_{2}$ % der Trockensubstanz übereinstimmenden Protagongehalt. Derselbe betrug im Mittel 20,7 %. Es ist also mit Hülfe dieser Methode möglich, die Mengenverhältnisse der weissen Substanz ziffernmässig zu bestimmen.

Nach diesem Verfahren wurden ferner Nerven untersucht, welche nach Abtrennung von ihrem Centrum der Degeneration anheimgefallen waren. Zu diesen Versuchen dienten nervi ischiadici von Hunden und vom Pferd. In sämmtlichen Fällen — dieselben erstreckten sich auf Degenerationsstadien vom Ende der zweiten Woche bis zur vierten Woche nach erfolgter Durchschneidung des Nerven — zeigte sich in dem degenerirten Nerven im Vergleich zum gesunden Nerven der anderen Extremität des Tieres eine erhebliche Abnahme des Protagongehaltes. Derselbe betrug nach 14—16 Tagen fast nur noch die Hälfte des normalen, nach 4 Wochen war in einem Falle Protagon mit Hülfe dieser Methode nicht mehr nachzuweisen. Diese Versuche beweisen zunächst nur, dass die reduzierenden Anteile des Protagonmoleküls in dem festgestellten Masse geschwunden sind. Aber es liess sich durch einen weiteren Versuch, zu welchem ein Hund gedient hatte, welcher in gleicher Weise operirt war, und welcher 15 Tage nach Durchschneidung des einen nervus ischiadicus getötet wurde, auch eine Verschiebung des Phosphorgehalts der alkoholischen Auszüge der Nerven feststellen; derselbe wurde im degenerirten Nerven nur noch zu 67,4 % des P-Gehaltes des gesunden gefunden. Der Rückstand des gesammten alkoholischen Auszuges des degenerirten Nerven betrug dagegen noch 77 % von dem des gesunden. Hieraus ergiebt sich, dass die Gesamtmenge der alkohollöslichen Bestandteile der Markscheide bei der Degeneration des peripheren Nerven nicht so schnell abnimmt wie ihr Phosphorgehalt und die reduzirenden Anteile des Protagons. Es deutet dies darauf hin, dass möglichenfalls auch die fettigen Bestandteile des Protagons bei der Degeneration des Nerven diesem länger erhalten bleiben, wie es von Mott und Barratt für das Lecithin angenommen wird.

In der Sitzung vom 17. Mai 1899 wurde von dem zeitigen Director, Herrn Marchand, ein Bericht über die Vorkommnisse im verflossenen Jahre erstattet, dann der Vorstand neugewählt (wie bisher: Geh. Med.-Rath Marchand, Geh. Reg.-Rath Bauer, Prof. E. Hess, Prof. E. Kayser) und dann das bisherige ausserordentliche Mitglied Herr Privatdoc. Dr. August Brauer zum ordentlichen einheimischen Mitglied und der Assistent am physiologischen Institut: Herr Dr. Henrique Plenge zum ausserordentlichen Mitglied der Gesellschaft gewählt.

Aufgelegte Schriften:

Deutsche botanische Monatsschrift. Jahrg. XVII. No. 2 und 3.
Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg. Jahrgang 1898. Würzburg 1899.
Zeitschrift für Naturwissenschaften. Band 71, Heft 4 und 5. Stuttgart 1899.
Erster Bericht des Clubs für Naturkunde. 1896—1899. Brünn 1899.
Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heil-Kunde zu Bonn 1898, 1. u. 2. Hälfte. Bonn 1899.
Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preuss. Rheinlande etc. Jahrg. 33, 1. und 2. Hälfte. Bonn 1898.
Bericht der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft 1896—1897. St. Gallen 1898.
Bergens Museums Aarbook for 1898. Bergen 1899.
Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. Année 1898. No. 2 und 3. Moscou 1898.
Rovartani Lapok VI., 4. Budapest.
Journal of the Elisha Mitchell scientific Society. Year V. Part. 1. Chapel Hill 1899.
Transactions of the Wisconsin Academy. Vol. XI. Madison 1898.
5th. Report of the New-York State Museum 49,1, 50,1 Albany 1895/6.
Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences Vol. XXXIV, No. 2—10.
Bulletin of the Museum of Comparative Zoology. Vol. XXXII, No. 9. Cambridge 1899.
Annual Report of the Smithsonian Institution 1896. Washington 1898.

Proceedings of the royal Society of New-South-Wales. Nov. und Dec. 1898.

Sitzungsberichte und Abhandlungen der Isis in Dresden. Jahrg. 1898. Dresden 1898.

Sitzungsberichte und Abhandlungen der Flora zu Dresden. 2. Jahrg. Dresden 1898.

Abhandlungen vom naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen. Bd. XVI, Heft 1. Bremen 1898.

Schriften der physik-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. Jahrg. 39. Königsberg 1898.

Memoirs and Proceedings of the Manehester litterary and philosophical Society. Vol. 43, Part. 1. Manchester 1897.

Bulletin (Vol. III, No. 4) of the New York public Library.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch Indien. Batavia 1897.

Observations of the Magnetieal and Meteorological Observatory at Batavia. Vol. XX, 1897. Batavia 1898.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

№ro. 6 Juni 1899

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 21. Juni 1899 spricht Herr Fr. Kutscher

Ueber ein optisch inaktives Arginin.

In meiner zweiten Mitteilung [1]) über das »Antipepton« habe ich die Isolirung einer salpetersauren Verbindung aus der Argininfraktion beschrieben, die ich zunächst als das neutrale salpetersaure Salz einer völlig unbekannten Base ansprach. Die Analyse ergab jedoch, dass ich das wasserfrei krystallisierende, neutrale Nitrat eines bisher nicht beschriebenen Arginins, welches in seinen physikalischen Eigenschaften wesentlich von dem durch Schulze,[2]) Hedin,[3]) Kossel [4]) dargestellten rechtsdrehenden Argininnitrat abwich, in Händen hatte.

Das von mir isolierte Argininnitrat krystallisierte in kleinen, glashellen, vierseitigen Säulen, es ist in Wasser ziemlich schwer löslich (2 cc einer bei 20° C gesättigten Lösung enthielten nur 0,116 gr davon) und besitzt einen weit höheren Schmelzpunkt als das bis zur Zeit bekannte neutrale Argininnitrat. Ausserdem wird das polarisierte Licht durch seine Lösung nicht abgelenkt, es ist also optisch inaktiv.

1) Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. 26. S. 110.
2) „ „ „ „ Bd. 11. S. 43.
3) „ „ „ „ Bd. 21. S. 155.
4) „ „ „ „ Bd. 22. S. 176. u. Bd. 25. S. 165.

Ob die optische Inaktivität durch Zusammentritt von rechts und links drehendem Arginin zu einer neuen optisch inaktiven Verbindung oder durch eine tiefer gehende Verschiedenheit in der Konstitution des Moleküls bedingt wird, darüber möchte ich mich noch des Urteils enthalten.

Als Muttersubstanz des optisch inaktiven Arginins ist wahrscheinlich das Fibrin zu betrachten, welches mir zwei Mal bei seiner tryptischen Verdauung inaktives Arginin geliefert hat, während aus den tryptischen Verdauungsprodukten der Eiweisskörper des Pankreas ein optisch inaktives Arginin von mir nicht isoliert werden konnte.

Zu dem Vortrage des Herrn Kutscher spricht Herr A. Kossel:

Ueber das optische Drehungsvermögen des Histidins.

Hedin hat das Histidinchlorid als optiv inactiv bezeichnet. Der Vortragende prüfte diese für die Beurtheilung der Constitution und besonders für die quantitative Bestimmung des Histidins und Arginins wichtige Angabe nach und stellte fest, dass das von ihm dargestellte Histidin optiv activ ist. Die Untersuchungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Molek. H Cl auf 1 Molekül Histidin.	l	c	α_D	$[\alpha]_D$ für $C_6H_9N_3O_2$	$[\alpha]_D$ für $C_6H_9N_3O_2$, HCl	$[\alpha]_D$ für $C_6H_9N_3O_2$,2HCl
0	6	3,183	—7,59	—39,74	—	—
1	4	2,594	+0,18	+2,14	+1,74	—
2	6	4,828	+1,54	+7,82	—	+5,32
4	6	3,38	+1,31	+9,49	—	+6,46

Das Histidin gehört somit zu der nicht sehr zahlreichen Gruppe von Basen, welche, wie das Nicotin, als freie Basen linksdrehend als Salze rechtsdrehend sind. Die Tabelle zeigt ferner, dass optische Activität des Monochlorids leicht übersehen werden kann, da sie nur gering ist. —

In derselben Sitzung (21. Juni 1899) berichtet Herr Karl Schaum

Ueber Bewegungserscheinungen sich auflösender Krystalle.

Kleine Partikel gewisser flüchtiger Stoffe, wie Kampher, Menthol etc. führen bekanntlich auf einer reinen Wasseroberfläche eigentümliche Bewegungen aus; ähnliche Erscheinungen beobachtet man auch bei löslichen Substanzen; so bewegen sich Bernsteinsäure auf Wasser, Natrium auf Quecksilber.

Kürzlich beobachtete ich sehr charakteristische Bewegungserscheinungen, welche unzweifelhaft mit den erwähnten in Zusammenhang stehen und zur Erklärung des Phänomens beitragen werden. Bringt man leicht lösliche Stoffe an die Grenzschicht von Quecksilber und Wasser, so beobachtet man schwache Bewegungen bei KCN, KNO_3 $Ag\,NO_3$, Traubenzucker, Harnstoff, stärkere bei KCl, $CaCl_2$. Setzt man dem Wasser Säure zu (H_2SO_4 oder HNO_3), so werden die Bewegungen wesentlich schneller, auch rotieren unter verdünnter Säure manche Stoffe, welche unter Wasser keine Bewegung erkennen lassen, wie Rohrzucker, Hydrochinon. Letzteres bewegt sich auch unter Alkali (und an der Oberfläche von Wasser).

Interessant sind die Bewegungen, welche Krystalle von $KMnO_4$ und von $K_2Cr_2O_7$ an der Grenzschicht von Quecksilber und Schwefelsäure zeigen; die Bewegung nimmt mit dem Säuregehalt zu; in $^1/_{100}$ $n-H_2SO_4$ ist dieselbe schwach (unter Wasser bildet sich eine Haut von Oxyd, welche keine Bewegung zulässt), in $^1/_{10}$ n—Säure stark und in n- Säure sehr stark. Die Bewegungserscheinungen sind sehr eigenartig; meist beschreiben die Krystalle zunächst zickzackförmige Bahnen, um dann in Kreisbewegungen überzugehen und schliesslich mit grosser Geschwindigkeit um ihre Axe zu rotieren.

Ohne Frage stehen die beschriebenen Erscheinungen im engsten Zusammenhang mit der Auflösung der Krystalle. Um einen genaueren Einblick in den Mechanismus des Vorganges.

zu bekommen, überzog ich Krystalle von $KMnO_4$ mit Paraffin und entfernte den Ueberzug an einer Stelle; ich konnte alsdann deutlich wahrnehmen, dass die Bewegung in der der Lösungsstrohmbahn entgegengesetzten Richtung verläuft. Entfernt man den Ueberzug an zwei diametral entgegengesetzten Stellen, so rotiert der Krystall sofort wie ein Segner'sches Wasserrad; überhaupt ist die Analogie der geschilderten Erscheinung mit dem Wasserrad eine sehr naheliegende, und kann man durch molekulartheoretische Betrachtungen den Vergleich ziemlich weit treiben, doch verzichte ich auf die Ausführung solcher allzu kinetischer Erörterungen.

Die Geschwindigkeit der Bewegung hängt offenbar zunächst davon ab, wie schnell die Krystalle in Lösung gehen; am raschsten rotieren daher $KMnO_4$ und $K_2Cr_2O_7$ unter H_2SO_4, weil sich in diesem Fall durch die eintretende Oxydation des Quecksilbers keine Zone conzentrierter Lösung ausbildet, welche — wie bei indifferenten Stoffen — die weitere Auflösung verzögert. (Unter HNO_3 rotiert $K_2Cr_2O_7$ fast garnicht infolge der Bildung beträchtlicher Mengen von Quecksilberchromat; das bei Anwendung von H_2SO_4 entstehende Sulfat ist sehr feinpulverig und stört zunächst die Krystallbewegung nicht.)

Ueberhaupt scheint H_2SO_4 die Auflösungsgeschwindigkeit mancher Salze zu beschleunigen; es wird dies darauf beruhen, dass die Konzentration der undissoziierten Molekeln des in Lösung gehenden Salzes und damit der osmotische Gegendruck derselben verringert wird. So bewegen sich auf einer unter H_2SO_4 befindlichen umgekehrten Uhrschale kleine $KMnO_4$-Krystalle mit grosser Geschwindigkeit abwärts, welche unter reinem Wasser auch durch Anstoss nicht zur Bewegung zu bringen sind.

Bei anderen Stoffen, wie bei Traubenzucker und Rohrzucker ist allerdings keine Erhöhung der Lösungsgeschwindigkeit durch Säure anzunehmen. Hier wird vielleicht die geringere Oberflächenspannung des Quecksilbers unter Säure die Bewegung begünstigen.

Ich habe versucht, diese Vermutung durch willkürliche Änderung der Oberflächenspannung des Quecksilbers während des Lösungsvorganges der Krystalle zu prüfen, bin dabei jedoch zu keinem Ergebnis gekommen; doch will ich einige Beobachtungen anführen, welche ich bei dieser Gelegenheit gemacht habe.

Bekanntlich ist Quecksilber unter Hg-salzlösungen, also auch unter verdünnten Säuren, in welchen sich immer Spuren von Hg-Salz bilden, positiv geladen; die Oberflächenspannung ist infolge der elektrostatischen Ladung verringert. Vernichtet man einen Teil der Ladung, indem man das Quecksilber mit einem negativ geladenen Metall, etwa mit Eisen, berührt, so wächst die Oberflächenspannung und die Quecksilbermasse zieht sich zusammen.[1]) Noch kräftigere Wirkungen, wie mit Eisen erhielt ich bei der Anwendung von Magnesium; um das Quecksilber nicht zu verunreinigen, umwickelte ich das Magnesiumband mit einem Platindraht und liess das eine Ende desselben etwas vorstehen; berührt man mit dieser Platinspitze eine in einer Krystallisierschale befindliche halbmondförmige Quecksilbermasse, während das Magnesium etwas in die Schwefelsäure eintaucht, so erfolgt ein sehr starkes Zusammenzucken des Quecksilbers.

Ich habe eine Ladungsänderung und damit eine solche der Oberflächenspannung des Quecksilbers auch ohne die Bildung eines galvanischen Elementes erreicht. Bringt man in eine Krystallisierschale soviel Quecksilber, dass ein sichel- oder halbmondförmiger grosser Tropfen entsteht, übergiesst denselben mit H_2SO_4 und bringt nun vorsichtig mit einer Pipette an irgend eine Stelle des Quecksilberrandes etwas starke HNO_3, oder Lösung von $HgNO_3$, $KMnO_4$ oder $K_2Cr_2O_7$, so erfolgt an der betreffenden Stelle eine sehr starke Ausbuchtung; bringt man einen Tropfen einer der genannten Lösungen oben auf das Quecksilber, so verlängert sich die Sichel nach beiden Seiten.

1) Ostwald, Lehrbuch II, 1; 922.

In diesen Fällen giebt ein Teil der zugeführten Hg-ionen seine positiven Ladungen an das Quecksilber ab, respektive ein Teil der oxydierend wirkenden Jonen entzieht dem Quecksilber (gemäss dem Bestreben der Oxydationsmittel) negative Ladungen, was mit einer Abgabe von positiven Ladungen an das Quecksilber identisch ist. Infolge dieser Vorgänge findet, wie die Versuche sehr deutlich erkennen lassen, eine Verringerung der Oberflächenspannung statt.

Versuche durch Fortnahme der Quecksilberionen mittels KCN, sowie durch reduzierende Substanzen (Hydrochinon in Alkali) die positive Ladung des Quecksilbers zu verringern und auf diese Weise eine Kontraktion zu verursachen, führten zu keinem Resultat; noch ungünstiger gestalteten sich die Versuche nach der Neutralisation der positiven Ladungen das Quecksilber — etwa durch Hydroxylamin in Alkali — so stark negativ zu laden, dass nunmehr wiederum eine Verringeruug der Oberflächenspannung eingetreten wäre. Mehrere Male schien es, als ob die Versuche gelungen seien; später konnte ich dieselben jedoch nicht wieder mit dem gleichen Erfolg ausführen.

In der Geschäftssitzung vom 21. Juni 1899 wurde der Assistent am mincoalogischen Institut Herr Dr. Arthur Schwandtke zum ausserordentlichen Gesellschaftsmitglied gewählt.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 7 Juli 1899

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 19. Juli 1899 berichtet Herr Dr. Brauer über seine Erlebnisse bei der Teilnahme an der Tiefseeexpedition mit dem Dampfer Valdivia.

A. Kossel:

Demonstration einer neuen Centrifuge.

Bei den für physiologisch-chemische Zwecke gewöhnlich benutzten Centrifugen sind die cylindrischen Gefässe, welche zur Aufnahme des Blutes u. s. w. dienen, mit ihrer Längsrichtung radial gelagert. Diese Anordnung führt den Nachtheil mit sich, dass die Blutkörperchen zum Theil lange Flüssigkeits-Schichten zu durchwandern haben, ehe sie an den Boden des Gefässes gelangen. Ferner ist die Ausnutzung des Raumes eine unvollkommene und speciell werden die peripherischen Theile der Centrifuge, in denen die stärkste Centrifugalwirkung ist, am wenigsten ausgenutzt.

In den nach den Angaben des Vortragenden von dem Mechaniker des physiologischen Instituts, Herrn Rinck, construierten Centrifuge werden diese Uebelstände dadurch vermieden, dass trogförmige Gefässe mit der Längsachse tangential aufgehängt sind. Hierbei ergiebt sich eine so vollkommene Aus-

nutzung des Raumes, dass die Gesammtmenge der zu centrifugierenden Flüssigkeit bei einem Durchmesser des Rades von 54 cm auf 4 Liter gebracht werden konnte. Die Aufhängevorrichtung ist so construirt, dass der Boden der Gefässe während des Centrifugirens an dem Radkranz eine Unterstützung findet. In Folge der geringeren Schichthöhe und besonders der günstigeren Ausnutzung des wirksamen Raumes tritt bei gleicher Umdrehungszahl ein schnelleres Absetzen ein, als bei den bisher gebräuchlichen Centrifugen. Die Zahl der Umdrehungen kann auf 2000 in der Minute gesteigert werden, wobei die Centrifuge einer halben Pferdekraft bedarf.

Herr Lœwi, Assistent am pharmakologischen Institut, macht auf Veranlassung von Herrn Hans Meyer eine kurze Mitteilung über:

Beiträge zum Nucleinstoffwechsel.

Die Arbeiten von Horbaczewski, Weintraud u. A. m. haben bewiesen, dass der menschliche Organismus aus nucleinhaltigem Material Harnsäure bilden kann. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Harnsäure des Urins lediglich dieser Quelle entstammt; dagegen ist es fraglich, ob ihre Ausscheidungsgrösse einen Maassstab für die Grösse des Nucleinzerfalls darstellt d. h. ob die intermediär gebildete Harnsäure total ausgeschieden oder, wie die präformirt eingeführte, zum grössten Teil verbrannt wird. Folgende Erwägung schien mir den Weg zur Lösung dieser für die Physiologie u. Pathologie des Harnsäurehaushalts gleich wichtigen Frage zu zeigen.

Der harnsäureliefernde Anteil des Nuclein steht in einem bestimmten, übrigens von der Art des Nuclein abhängigen, Mengenverhältnis zu dessen Phosphorsäure. Nehmen wir nun an, dass die gesammte aus Nuclein intermediär entstehende $\overline{U}$ im Harn ausgeschieden wird, so müssen wir bei verschiedenen, auf gleiche Kost gesetzten, Individuen in dem nach Nuclein-

fütterung auftretenden $\overline{U}$= und P^2O^5 Plus des Urins ebenfalls dieses Verhältnis finden. Da ferner auch die nicht dem Nahrungsnuclein entstammende Harnsäure aus der Zerstörung von Nuclein (Körpernuclein) resultirt, so müssen auch bei nucleinarmer Nahrung verschiedene Individuen ein gleiches Verhältnis $U: P^2O^5$ zeigen. Versuchsbedingungen sind hierbei: gleichmässige Diät- und Resorptionsverhältnisse, sowie Gleichheit der sog. »individuellen« Harnsäureausfuhr. Sonst addirt sich Gleiches zu Ungleichem und vice versa.

Die Durchsicht der für diese Fragestellung verwertbaren Versuche bestätigte in der That die Annahme eines solchen constanten Verhältnisses.

In der Monographie von Pace e Zagari über die Entstehung der $\overline{U}$ und der Gicht fand ich z. B. in 4, den obigen Anforderungen entsprechenden, Versuchsreihen $\overline{U}: P^2O^5 = 1:4{,}45$; $1:4{,}25$; $1:4{,}05$; $1:4{,}5$. Sicher eine ausreichende Übereinstimmung, denn bei der Kleinheit der in Rede stehenden Ausscheidungen beeinflussen bereits absolut sehr kleine Schwankungen in merklicher Weise das Verhältnis.

Weiter fand ich die gleiche Proportion in Versuchen von Camerer, Hopkins, Leber u. a. Hierauf wie auf die detaillirte Ausführung der folgenden Versuche werde ich in einer demnächst erscheinenden Veröffentlichung näher eingehen.

Eigene umfangreichere Versuche mit Nukleinfütterung im obigen Sinne musste ich mangels geeigneten Materials unterlassen.[1]) Dagegen stellte ich in 4 tägiger Reihe bei dem Laboratoriumsdiener K. und mir bei absolut gleicher Diät das Verhältnis von $\overline{U}:P^2O^5$ fest.

Gesamtausscheidung im Harn von 4 Tagen

K. J.

$$\frac{\overline{U}}{P^2O^5} = \frac{2{,}927\,\text{g}}{11{,}457\,\text{g}} = \frac{1}{3{,}91} \quad ; \quad \frac{\overline{U}}{P^2O^5} = \frac{2{,}765\,\text{g}}{10{,}853\,\text{g}} = \frac{1}{3{,}91}$$

1) Anmerkung bei der Korrektur! Inzwischen habe ich diesen Versuch nachholen und das Bestehen des supponirten, constanten Verhältnisses bei den 3 Versuchspersonen nachweisen können.

Auch hier eine auffällige Constanz! Diese Beobachtungen sprechen in der That dafür, dass die gesamte, intermediär gebildete $\overline{U}$ ausgeschieden wird. Jedenfalls ist diese Auslegung weniger gekünstelt als die Annahme, dass verschiedene Menschen dieselbe Menge von $\overline{U}$ bilden und davon einen gleichen Theil zerstören. Übrigens ist das vorliegende Material selbstverständlich noch zu gering, als dass bindende Schlüsse daraus zu ziehen wären.

Weitere Versuche galten der Frage, ob neben den Alloxurkörpern noch andere N haltige Stoffwechselendprodukte des Nuklein existiren. Diese mussten sich nach Nukleinfütterung durch Fallen des Verhältnisses Harnstoff N: Gesamt N markiren. Folgender Versuch illustrire das Resultat.

I. Vorperiode: tgl. bestimmte Nahrung.

Ausscheidung im Urin in g

Tag	Gesamt N[1]) in g	Harnstoff N[2])		Alloxurkörper N[3])	
		absolut	% des Ges. N.	absolut	% des Ges. N
1.	11,033	8,981	81,4	0,245	2,2
2.	12,427	10,423	83,8	0,342	2,7
3.	11,550	9,055	78,4	0,328	2,8
4.	10,634	8,460	79,5	0,281	2,7
5.	10,976	9,806	89,3	0,356	3,2
Mittel	11,324	9,345	**82,5**	0,310	2,7

II. Hauptperiode: eine bestimmte Menge des Nahrungs- N wird durch Thymus ersetzt.

Tag	Ges. N.	Harnstoff N		Alloxurkörper N	
		absolut	% des Ges. N.	absolut	% des Ges. N.
6.	12,171	9,318	76,5	0,427	3,5
7.	10,464	8,306	79,3	0,500	4,8
8.	11,256	8,400	74,6	0,466	4,2
9.	11,877	9,071	75,5	0,555	4,7
Mittel:	11,442	8,772	**76,4**	0,487	4,3

Ein zweiter ebenso angestellter Versuch verlief im gleichen Sinn.

---

1) nach Kjeldahl
2) ,, Mörner-Sjöqvist
3) ,, Huppert-Arnstein

Wir sehen, dass in der Thymusperiode der Harnstoff N absolut und im Verhältnis zum Gesamt N fällt. Da der Alloxurkörper N nicht in demselben Maasse steigt, muss also entweder einer der im sogenannten »Stickstoffrest« normal enthaltenen Körper in vermehrter Menge auftreten, oder ein neues N haltiges Endglied des Nukleinzerfalls erscheinen. Nach den Versuchen von Cohn und Minkowski lag der Gedanke an Allantoin nahe. Bei dem Mangel einer exakten Methode zum Nachweis kleiner Mengen dieses Körpers im Urin, arbeitete ich, unterstützt von Herrn Professor Hans Meyer eine Methode aus, die die quantitative Wiedergewinnung sehr geringer Allantoinmengen aus dem Harn gestattet. Beispielsweise erhielt ich von 39,6 mg Allantoin, im Verhältnis von 1:25000 dem Harn zugesetzt, 34,6 mg in reinen Crystallen wieder, die durch N Bestimmung identifizirt wurden.

Der Harn wird mit salpetersaurem Quecksilberoxydul von Chloriden befreit, das Filtrat mit H_2S behandelt, filtrirt, der H_2S verjagt und das Allantoin mit Magnesiumoxyd oder Natriumcarbonat und salpetersaurem Silber gefällt. Die Fällung wird mit HNO_3 oder H_2S zerlegt und das in Lösung gegangene Allantoin mit salpetersaurem Quecksilberoxyd gefällt. Die Quecksilberverbindung oder das aus ihrer Zerlegung gewonnene reine Allantoin werden zur Wägung gebracht.

Es gelang mittelst dieser Methode nicht ein einziges Mal nach Fütterung mit erheblichen Mengen nucleinreicher Nahrung Allantoin auch nur in Spuren nachzuweisen. Von verfüttertem Allantoin fand ich bei Wiederholung der Minkowski'schen Versuche einen kleinen Theil im Urin wieder. Ob der grosse Rest verbrannt oder nicht resorbirt wurde, ist ungewiss.

Aufgelegte Schriften:

Leopoldina Heft XXXV N. 5.

Jahresbericht des ornithologischen Vereins München für 1897/98. München 1899.

13. Jahresbericht des Naturwissenschaftl. Vereins zu Osnabrück. Osnabrück 1898.

Deutsche botanische Monatsschrift XVII. Nr. 4, 5 u. 6.

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 71, Heft 6. Stuttgart 1899.

Sitzungsberichte u. Abhandlungen der Isis in Dresden. Jahrg. 1898. Dresden 1899.

Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B. Bd. XI, Heft 1. Freiburg i. B. 1899.

Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Societät in Erlangen. Heft 30. Erlangen 1899.

Atti della R. Accad. dei Lincei. Anno 296. 1899: Rendiconti Vol. VIII, fasc. 8—12. Roma 1899.

Mitteilungen aus der medicinischen Facultät in Tokio. Bd. IV, Nr. V. Tokio 1899.

The American Naturalist. Vol. XXXIII. Nr. 389. Boston 1899.

16th. Report of the Museum of Milwaukee. Milwaukee 1899.

Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and philosophical Society. Vol. 43, Part II. Manchester 1899.

Bulletin of the New-York Public Library. Vol. III. Nr. 5 u. 6. New-York 1899.

North American Fauna Nr. 14. Washington 1899.

Yearbook of the Department of Agriculture 1898. Washington 1899.

Bergens Museum: Report of the Norwegian marine Investigations 1895/97. Bergen 1899.

Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1899. Nr. 5—8 einschl.

Programm 1899/1900 der Herzogl. technischen Hochschule in Braunschweig.

Societatum litterae Jahrg. XII. Nr. 5—12.

Helios. Bd. XV. Berlin 1899.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 8 **November** **1899**

In der Sitzung vom 8. November 1899 sprach der zeitige Direktor, Herr F. Marchand:

Zur Erinnerung an Robert Bunsen

† am 16. August 1899.

Am 13. November dieses Jahres sind sechs Jahrzehnte verstrichen, seitdem Robert Wilhelm Bunsen Mitglied unserer Gesellschaft wurde. Die Absicht, unserem berühmten nachmaligen Ehrenmitgliede an diesem Tage einen Beweis unserer hohen Verehrung darzubringen, konnte nicht mehr verwirklicht werden. Am 16. August endete ein sanfter Tod nach längerem Leiden sein an Arbeit und Erfolgen reiches Leben im 88. Jahre.

Robert Bunsen wurde am 31. März 1811 in Göttingen geboren; nach Vollendung des Studiums der Naturwissenschaften (Physik, Chemie, Geologie) in seiner Vaterstadt und weiterer Ausbildung in Paris, Berlin und Wien habilitirte er sich in Göttingen im Jahre 1833 und wurde 1836 Lehrer an der höheren Gewerbeschule zu Cassel. Im Herbst 1839 kam Bunsen als ausserordentlicher Professor an unsere Universität[1]), und wurde drei Jahre später ordentlicher Professor und Direktor des chemischen Laboratoriums. Nach fast zwölfjähriger Wirksamkeit

1) In der Regel wird angegeben, dass die Berufung nach Marburg im Jahre 1838 erfolgte. In den Vorlesungs-Verzeichnissen ist Bunsen zuerst im W.-S. 1839 erwähnt.

folgte Bunsen im Jahre 1851 einem Rufe nach Breslau um bereits im nächsten Jahre nach Heidelberg überzusiedeln. Im Jahre 1889 veranlasste ihn das zunehmende Alter, seine Stelle niederzulegen; er lebte seitdem in der Zurückgezogenheit am gleichen Orte, allgemein verehrt als der Senior der Universität, zu deren Ruhm er lange Jahre hindurch so viel beigetragen hatte.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, hier eine Schilderung der Wirksamkeit Bunsen's in seiner langen, durch die glänzendsten wissenschaftlichen Erfolge ausgezeichneten Laufbahn zu versuchen.

Dieser Aufgabe würde kaum ein berufener Fachmann nach allen Seiten gewachsen sein, denn die Fortschritte, welche die Naturwissenschaften diesem seltenen Mann verdanken, beschränken sich nicht auf das engere Gebiet seiner ursprünglichen Fachwissenschaft. Für so viele und so werthvolle Entdeckungen auch die Chemie Bunsen Dank schuldet, so ist doch Allen bekannt, dass die wissenschaftliche Grossthat, die seinen Namen in Verbindung mit dem seines congenialen Mitarbeiters Kirchhoff im wahren Sinne zu den Sternen erhoben hat, eine ungleich umfassendere, unabsehbare Bedeutung besitzt.

Dem Astronomen gewährte sie die kaum geahnte Möglichkeit, die materielle Zusammensetzung der fernsten Weltkörper der Erforschung zugänglich zu machen und wurde zugleich die Grundlage eines grossen Zweiges der physikalischen Wissenschaften; den Chemiker lehrte sie, in den farbigen Linien des Flammenspectrums die feinsten Spuren der Elementarkörper aufzusuchen und neue Grundstoffe zu finden, wovon die Entdeckung des Caesium und Rubidium durch Bunsen selbst glänzendes Zeugniss ablegte; dem Techniker gab sie das Mittel in die Hand, den Schmelzprocess des glühenden Metalles nach seinem Willen zu regeln und förderte hierdurch das Erblühen einer grossartigen Industrie, ja auch dem Physiologen, dem Arzt wurde sie von unberechenbarem Nutzen.

Bunsen war es, der der gesammten naturwissenschaftlichen und technischen Welt die zahlreichen, so fein erdachten

und doch so einfach construirten Hilfsmittel schenkte, ohne deren tägliche und stündliche Benutzung uns jede Laboratoriumsarbeit, auf welchem Gebiete es auch sei, heute fast unmöglich erscheinen würde.

Er selbst aber, dessen Name mit so grossen wissenschaftlichen Errungenschaften, so vielen technischen und industriellen Erfolgen verknüpft war, blieb der bescheidene Gelehrte, dessen persönliche Liebenswürdigkeit und Anspruchslosigkeit das Zeichen eines wahrhaft edlen und grossen Sinnes war.

Während einer längeren Reihe von Jahren, die zu seinen besten gehörten, widmete dieser Mann seine Kräfte unserer Hochschule.

Es sei mir gestattet, hier einige Angaben aus den schriftlichen Berichten unserer Gesellschaft über Bunsen's damalige Betheiligung an ihren Verhandlungen folgen zu lassen. Geben diese auch keineswegs ein vollständiges Bild seines hiesigen Wirkens, so sind sie doch unmittelbare Zeugen seiner vielseitigen, anregenden und productiven Thätigkeit. Für uns — selbst für einen Theil der Älteren unter uns, die z. Z. von Bunsen's hiesiger Wirksamkeit noch kaum das Licht der Welt erblickt hatten — ist es nicht leicht, uns in jene Zeit unserer Universität zurückzuversetzen[1]). Unser geehrter Herr ständiger Schriftführer von Heusinger und Herr Ochsenius sind wohl die Einzigen unter uns, welche in Bunsen's hiesigem Laboratorium noch Vorlesungen gehört und gearbeitet haben.

Es war nur ein kleiner Kreis von Männern, die damals die naturwissenschaftliche Forschung in Marburg vertraten,

1) Wie klein die Verhältnisse damals waren, dürfte u. A. daraus hervorgehen, dass unsere Gesellschaft im Jahre 1842 ein Plössl'sches Mikroskop besass — das einzige brauchbare Instrument dieser Art in Marburg —, welches dem Anatomen Bünger überlassen, resp. gegen ein neues Schieck-sches Instrument umgetauscht wurde. Letzteres wurde leihweise den Mitgliedern zur Verfügung gestellt. Auch Bunsen machte davon Gebrauch.

darunter aber eine Anzahl, deren Namen in der Wissenschaft einen guten Klang haben.

Während über die eigentlich chemischen Arbeiten Bunsen's aus jener Zeit — unter denen von den Chemikern die Erforschung der Kakodylverbindungen besonders hoch geschätzt wird — in unseren Berichten wenig zu finden ist, sind hauptsächlich Mittheilungen über die geologischen und physikalischen Studien vorhanden, die Bunsen längere Zeit hindurch besonders fesselten.

So finden wir bereits im Jahre 1840 einen Bericht Bunsen's über »das von ihm in der Lüneburger Heide angetroffene Steinöl, ähnlich dem am Caspischen Meere« erwähnt. Im nächsten Jahre folgt eine Mittheilung über die Herstellung und weitere Verarbeitung poröser Kohle zur Verwendung für das von ihm erfundene galvanische Element (23./6. 41). In den folgenden Jahren finden wir — als Ergebnis einer Reise nach Italien — mehrere Vorträge über geologische Erscheinungen verzeichnet, so am 8. November 1843 (gerade heut vor 56 Jahren!) einen solchen über Steinkohlenflötze bei Monte Massi nach eigenen an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen, am 16. Juli 1845 Beobachtungen über die vulkanischen Quellen im mittleren Italien, besonders am Vesuv, wo sich ihm die Quellenerscheinungen, deren Herd sich im Krater des Vulkans befindet, im grössten Massstab zeigten. Bei dieser Gelegenheit legte Bunsen mehrere an Ort und Stelle gesammelte Mineralien, u. A. ein von ihm aus dem Innern des Kraters ausgebrochenes Stück Schwefel und verschiedene Zersetzungsprodukte der Lava vor. In demselben Jahre findet sich eine Notiz über Bunsen's in England gemachte Versuche und Beobachtungen (leider ohne nähere Angaben), ferner über eine Geldbewilligung zur Ausführung von Gasanalysen. Das Studium der vulkanischen Erscheinungen, besonders der heissen Quellen war eine Vorarbeit für ein besonders bedeutungsvolles wissenschaftliches Unternehmen Bunsen's in seiner Marburger Zeit, die Erforschung der noch so räthselhaften und einer Erklärung harrenden Naturerscheinung der Geysir auf Island.

Es darf wohl als Zeichen der grossen Anerkennung, welche der damals noch jugendliche Gelehrte in Marburg genoss, aber gleichzeitig auch des einsichtsvollen Verständnisses seiner hiesigen Collegen betrachtet werden, dass unsere Gesellschaft ihm zu der geplanten Forschungsreise eine für die damaligen Verhältnisse nicht unbeträchtliche Summe (250 Thaler) zur Verfügung stellte (Februar 1846). Bunsen hatte, wie man erzählt, nicht ohne Schwierigkeit den erforderlichen Urlaub vom Kurfürsten erhalten. Bereits im October des Jahres 1846 gab Bunsen eine Uebersicht der wissenschaftlichen Resultate seiner Isländischen Reise, vorzüglich der auf die Explosionen des grossen Geysir sich beziehenden. Seine scharfsinnigen und sorgfältigen, zusammen mit Descloiseaux angestellten Beobachtungen der Druck- und Temperaturverhältnisse in der Geysir-Röhre führten Bunsen bekanntlich zu einer physikalisch befriedigenden Erklärung der merkwürdigen Erscheinung[1]). Die Isländische Reise gab ihm auch noch Anregung und Stoff zu weiteren geologischen und mineralogischen Untersuchungen, über welche er in einem Vortrag im Anfang des Jahres 1847 berichtete. Hauptsächlich beschäftigte ihn ein isländisches Gestein, der Palagonit, den er für identisch mit dem am Aetna vorkommenden erklärte; er betrachtete dies Mineral als die älteste Gebirgsart der Insel, welche bei der Bildung der jüngeren Gesteine in der verschiedensten Weise betheiligt sei. Im Januar 1848 folgte ein Vortrag über die vulkanischen Erscheinungen, die mit dem Hekla in Verbindung stehen. Bunsen berichtet, dass er in einen der Krater gestiegen sei, und die aus ungeheuren Spalten aufsteigenden Dämpfe beobachtet habe. »Er verweilte auf dem Krater bis nach 11 Uhr Nachts, wo die Sonne noch über dem Horizont war, und wegen ihres niedrigen Standes in der Nähe des Hori-

---

1) Die sehr anziehende und interessante Darstellung seiner Beobachtungen findet sich in den »Annalen der Chemie und Pharmacie« von Wöhler u. Liebig, Bd. 62, 1847. S. auch Humboldt, »Kosmos«, Bd. IV, S. 247.

zontes eine eigenthümliche Färbung der Gegenstände veranlasste, die man von diesem hohen Standpunkte aus weit und breit überblicken konnte. Auf seiner Reise nach dem Hekla, die wegen Mangel an Transportmitteln, und wegen der vielen Schluchten und reissenden Ströme, die man durchpassiren musste, mit vieler Gefahr verbunden war, bemerkte er mitten in einem Flusse mehrere grössere und kleinere Fontainen, von denen die kleinsten etwa 6 Zoll sich erhoben und einen Durchmesser von einer halben Linie hatten, und entweder perpendiculär oder gabelförmig, oder in schräger Richtung in die Höhe stiegen.«

Noch einmal, im Januar 1851 ist ein Vortrag über den Process der vulkanischen Gesteinsbildung erwähnt, inzwischen, im December 1849 ein mit Experimenten verbundener Vortrag über Verbrennungswärme, Entzündungstemperatur und Flammentemperatur, welcher auf ein neues Arbeitsgebiet Bunsen's hinweist. Im März 1851 wird sein Name zuletzt unter den Anwesenden vermerkt.

Aus dieser kurzen Uebersicht dürfte hervorgehen, wie viel persönliche und wissenschaftliche Anregung auch in dem engeren Kreise unserer Gesellschaft von Bunsen ausging.

Die Universität Marburg und unsere Gesellschaft dürfen es sich zur Ehre anrechnen, dass dieser hervorragende Mann eine Zeitlang der Ihrige war, eine Zeit, auf welche er auch in seinem hohen Alter noch gern und dankbar zurückblickte; war es doch hier, wo er, nach seinem eigenen Ausspruch »im Kreise lieber Collegen die glücklichsten Jahre seiner wissenschaftlichen Laufbahn verlebte« [1]).

Auch jetzt noch empfinden wir, bei der Erinnerung an das, was er hier in seinen bescheidnen Arbeitsräumen im Deutschen Hause ersann und erforschte, etwas von dem Zauber seiner bedeutenden Persönlichkeit; denn die Stätte, die ein — nicht bloss guter Mensch — sondern, noch vielmehr, die ein grosser Mann — betrat, »sie bleibt geweiht für alle Zeiten.«

Ehre seinem Andenken!

---

1) Brief vom 8. Juli 1898.

Sodann berichtet Herr B. Rathke über:

Erinnerungen an Bunsen.

Ich habe 1866 Bunsens Vorlesung gehört und im Laboratorium unter seiner persönlichen Leitung gearbeitet. — In der Vorlesung sprach er mit grosser natürlicher Lebhaftigkeit, so dass man ihm die eigene Freude an der Sache anzusehen glaubte, und vollkommen frei ohne die geringste mitgebrachte Notiz. Jedem, der vergleichen konnte, mochte es überraschend sein, dass er von der Wandtafel einen nur ganz minimalen Gebrauch machte. Was der Zuhörer empfing, war ganz und gar keine Buchgelehrsamkeit, sondern Alles wurde ihm zur Anschauung — sehr oft durch die (mit strengster Auswahl und unfehlbarer Sicherheit vorgeführten) Experimente zur eigenen Erfahrung. Es ist nicht möglich, in geringerem Maasse, als B. es that, die Chemie als beschreibende Naturwissenschaft erscheinen oder sie zu einer Abhandlung der einzelnen Elemente und ihrer Verbindungen werden zu lassen. Vielmehr wusste er vom ersten Anfang an uns zu interessiren für Fragen von weittragender Bedeutung wie für speciellere Aufgaben, welche die Wissenschaft zu lösen hat, und erweckte so die lebhafteste Spannung für den Weg, der zum Ziele führt, und Befriedigung über die Besiegung der Schwierigkeiten, welche dabei überwunden werden mussten. Ein Beispiel möge die Sache illustriren. Er sprach von der Temperatur der Flamme, speciell der Wasserstoff-Flamme: wie dieselbe aus der Verbrennungswärme sich auf viele tausend Grade berechne, wobei aber freilich vorausgesetzt werde, dass bei allen zwischenliegenden Temperaturen Wasserstoff und Sauerstoff sich zu vereinigen im Stande sind; wie die Ungleichheit der Temperatur in den verschiedenen Flammenregionen vermieden und eine bestimmte gleichmässige Temperatur erhalten werde, wenn Knallgas im Eudiometerrohr verpufft wird. Die hier thatsächlich eintretende Temperatur ergiebt sich dann ohne Weiteres aus dem bei der Verpuffung auftretenden Maximaldruck, und dieser wird durch eine überaus einfache Vorrichtung gemessen (ein Laufgewicht auf einem Hebel verschiebbar, das den verschliessenden Stopfen beschwerend eben noch emporge-

schleudert wird.) Nie werde ich die Freude vergessen, welche ich über die einfache Lösung des anscheinend schwierigen Problems empfand, wie über das überraschende Resultat der ungeahnt niedrigen Temperatur von 2700 Grad und über die vollkommene Durchsichtigkeit, in welcher der Vorgang sich darstellte und eben diese niedrige Temperatur verständlich wurde. — Wie Bunsen uns hier an einer so eben von ihm ausgeführten Untersuchung theilnehmen liess, so auch im Folgenden. Bei der Bestimmung des specifischen Gewichts der Gase wies er auf die Unsicherheit hin, welche dadurch entsteht, dass die Correction auf den luftleeren Raum für den Ballon viel grösser ist als für das Gewicht auf der anderen Wagschale, und veränderlich mit Temperatur und Feuchtigkeitsgrad der Luft; er zeigte sodann, wie er diese Correction ganz umgeht, indem er als Gegengewicht einen Glasballon anwendet, dessen äusseres Volum er nahezu und dessen inneres er (durch hineingeworfene Glasstäbchen) genau gleich zu machen lehrt, wie bei dem, welcher das Gas enthält. Daran schloss sich die Ausdehnung der Methode auf Dämpfe unter Anwendung eines ingeniösen Heizapparats für sehr constante Temperatur. Dieser Auseinandersetzung wurde eine volle Stunde gewidmet; ebenso der chemischen Wirkung des Lichts, wie sie von Bunsen und Roscoe am Chlorknallgas studirt worden ist. Gerade diese eindringende Behandlung einzelner Fragen und des zu ihrer Lösung führenden Weges war es, welche den Zuhörern (und auch solchen, die die Chemie nicht zu ihrem Specialstudium machten) einen Einblick in Werkstatt und Arbeitsweise des Chemikers gewährte, wie er meist erst durch praktische Beschäftigung im Laboratorium erreicht wird; eine schnell dem Resultate zueilende Darstellung, zu welcher die Fülle des Stoffs nur zu leicht verführt, vermag das niemals zu leisten. Dass es trotz alledem möglich war, in einem kurzen Sommersemester den reichen Stoff zu bewältigen, erschien fast wunderbar; es erklärt sich durch die unübertreffliche Präcision des Vortrags wie des Experiments und auch dadurch, dass alle Überladung mit Experimenten vermieden wurde und nur solche von entscheidender Bedeutung zur Ausführung kamen. Unter diesen verdienen besonders Erwähnung eine Anzahl von quantitativen

Versuchen, welche meines Wissens damals noch nirgend sonst als Vorlesungsversuche vorgeführt wurden. So die Demonstration der Volumverhältnisse bei gleichzeitiger Elektrolyse von Wasser und Chlorwasserstoff; (Hofmanns Veröffentlichung derselben datirt aus dem Jahre 1869). Dabei wurde das Verschwinden von einem Theil des Chlors dadurch vermieden, dass die Elektrode aus einem Iridiumdrath bestand und über ihr nur eine ganz niedrige Flüssigkeitsschicht, dann Luft sich befand; das Chlor verdrängte sein gleiches Volum Luft, welches in einem besondern Massgefäss aufgefangen wurde — ein Princip, welches dann V. Meyer zu seiner Dampfdichte-Bestimmung durch Luftverdrängung entwickelt hat.

Wie Bunsen bemüht war, die Erscheinungen auf ihre einfachste Form reducirt zur Anschauung zu bringen, zeigt folgendes Beispiel, das zur Nachahmung nicht genug empfohlen werden kann. Um das Grundprincip der Spektralanalyse zu verdeutlichen, brachte er in eine Flamme zugleich Natrium- und Lithium-Salz und liess nun ein Prisma à vision directe ohne Spalt von Hand zu Hand durch das Auditorium gehen; man sah jetzt zwei Flammen, eine gelbe und eine rothe. Dann erst wurden die Vortheile hervorgehoben, welche das Vorsetzen eines Spalts gewährt, dessen secundäre Bedeutung so ohne Weiteres sich einprägt (und sonst vielleicht einem grossen Theil der Studenten niemals zu klarem Bewusstsein kommt.) — Allbekannt ist die von Bunsen angegebene einfache Demonstration des die Fraunhofer'schen Linien erklärenden Kirchhoff'schen Gesetzes: eine kühle Natriumflamme, welcher vor einer heisseren und daher heller leuchtenden Natriumflamme schwarz erscheint.

Immer hatten wir das Gefühl, dass der Vortragende aus dem Vollen schöpfte, aus dem reichen Schatz seiner Kenntniss und persönlichsten Erfahrung — wussten auch dass gar Manches (besonders bei den seltenen Metallen und Erden) nirgends publicirt und eben nur aus seinem Munde zu lernen war. Übrigens erwähnte er kaum jemals (meines Wissens nicht einmal bei der Spektralanalyse) seinen eigenen Antheil an den Untersuchungen, sondern begnügte sich mit allgemeinen Redewendungen: »man hat gefunden« und dgl. Freilich wenn er

von seinen glänzendsten Entdeckungen berichtet hatte, bewies ihm am Schluss der Stunde ein donnerndes Beifallsgetrampel, dass wir denn doch Bescheid wussten, und das vergnügte Lächeln, mit dem er aus dem Auditorium verschwand, verrieth, dass ihm dies nicht gerade unlieb war.

Dass Bunsen während einer langen Reihe von Jahren Semester um Semester dieselbe Vorlesung halten konnte, ohne dessen überdrüssig zu werden, mag dem Fernstehenden schwer verständlich sein; wer ihn hörte, begriff es sofort. Es lag offenbar daran, dass sein Vortrag zu einem sehr grossen Theil auf eignen Untersuchungen beruhte und dass er diese in der Erinnerung immer wieder mit naiver Entdeckerfreude neu durchlebte.

Geradezu grossartig war die allgemeine Einleitung, welcher ungefähr 3 Wochen gewidmet wurden. Hier und in einigen der nächstfolgenden Vorlesungen liess er vor uns ein naturwissenschaftliches Weltbild erstehen, soweit das von chemischen und chemisch-physikalischen Ausgangspunkten her möglich ist. Er begann (ein höchst origineller Gedanke) mit einer ganz kurzen Aufzählung und Characterisirung sämmtlicher Elemente (1 Stunde), die er nun nach Bedarf heranziehen konnte, ohne dass ihr Name den Hörern nur ein leerer Schall gewesen wäre. Es folgte eine Aufweisung der Stoffe, welche gefunden werden in der Luft, in den Wässern, in den plutonischen und neptunischen Gesteinen; Anreicherung mancher von ihnen an besonderen Stellen der Erdrinde durch Gangbildung vermittelst Infiltration, Injection und Sublimation; ausserirdisches Vorkommen der Elemente in Meteoriten, ferner (spectralanalytisch nachgewiesen) in Gestirnen und Nebelflecken. Es folgten die Aggregatzustände und deren Übergänge in einander, Gasmischung und Gasabsorption, Partialdruck, Dampfdruck, Lösung, Diffusion und Osmose, Krystalloide und Colloide; die Krystallsysteme nebst dem Tangentengesetz. Der Sauerstoff gab dann Gelegenheit zu ausführlicher Besprechung der Verbrennung, Verbrennungswärme und Entzündungstemperatur; beim Wasser und der Kohlensäure wurden natürlich mancherlei atmosphärische und klimatische Verhältnisse besprochen, beim Chlor (wie bereits angedeutet)

die chemische Wirkung des Lichts, ihre Änderung mit dem Stande der Sonne, die neben einander hergehenden Wirkungen des direkten Sonnenlichts und des diffusen Lichts, das Vorwalten des erstern in den höheren Schichten der Atmosphäre und die mit dadurch bedingte Besonderheit der Alpenflora.

Im Laboratorium sah man Bunsen fast den ganzen Tag, und zwar widmete er damals alle seine Zeit den Praktikanten, zumal den fortgeschritteneren, die zum grossen Theil nach Heidelberg gekommen waren, um ganz bestimmte Dinge dort zu lernen: Gasanalyse, Mineralanalyse, Analyse des Roheisens und dgl., oder um Studien über seltene Metalle, auch physikalisch-chemische Arbeiten zu machen. Man konnte mit Sicherheit darauf rechnen, dass der verehrte Lehrer nicht nur täglich den Fortgang der Arbeit verfolgte, sondern auch dass er ihren bisherigen Verlauf aufs Genaueste im Kopf hatte — oft (bei langwierigen Silikatanalysen und dgl.) besser als der Praktikant selber. Als Meister jeder Technik liess er es an häufiger Anleitung in praktischen Handgriffen nicht fehlen. Wie man einen Kork mit tadellos runder Bohrung versieht, wie man ein Filter in der Platinspirale verbrennt, wie ein Kautschukventil hergestellt wird, wie man einen Abdampfrückstand in einem Minimum von Flüssigkeit gelöst in den Tiegel hinüberspült, wie man Schwefelsäure ohne jedes Spritzen verflüchtigt — das Alles und vieles Andere hat mancher vermeintlich fertige Chemiker eigentlich erst von ihm gelernt.[1]) Ein besonderes Vergnügen machte es ihm, uns die damals eben von ihm ausgearbeiteten »Flammenreactionen«, eine verfeinerte Fortbildung der Löthrohrtechnik, zu zeigen und wie sie es ermöglichen, die in kaum sichtbaren Spuren vorliegende Substanz durch mannigfaltige Erscheinungen in aller Schärfe zu identificiren. Immer sah man ihm an, wie die Arbeit als solche, das Gefühl der »gelingenden Thätigkeit« ihm die reinste Freude war. Oft umstand ihn ein halbes Dutzend von Schülern, deren jeder Rath und Hülfe von

---

1) Seine Hand war unglaublich abgehärtet. So existirte denn auch ein launiges Bild von ihm, wie er ein kleines Schälchen zwischen den Fingern in die Gasflamme hängen lässt mit den Worten: »Man dampft es ganz ruhig ab.«

ihm wollte und darauf wartete, dass er an die Reihe käme, gewiss, auch inzwischen noch manches nützliche Wort aufzufangen. Nur wenn er einmal ans Fenster trat und den Blick gedankenverloren über den Garten hinaus schweifen liess, wagte ihn niemand zu stören; wir nahmen an, dass er dann mit Grösserem beschäftigt wäre.

Eine besondere Anziehungskraft hatte für ihn der Glasblasetisch, und es war nicht schwer, dort etwas von ihm zu erreichen. Viele Stunden sass er einmal vor dem Gebläse und versuchte, in ein Glasrohr eine poröse Thonscheibe als Diaphragma einzukitten; leider vergeblich, beim Erkalten sprang das Glas jedesmal ab.

Diese angespannte Thätigkeit während vieler Stunden des Tages war schon als körperliche Leistung für einen Mann seines Alters ganz respectabel, um so mehr als die Hitze im Laboratorium während des Sommers oft recht arg wurde; doch sein rüstiger Körper schien es nicht zu empfinden. Für eigene wissenschaftliche Arbeiten blieb ihm während der ganzen Woche keine Stunde übrig; er hatte sich auch gar keinen eigentlichen Arbeitsplatz reservirt, sondern nur einen Tisch, der mit tausend Dingen bedeckt war, unter welchen er mit schier unbegreiflich schnellem Blick auch den unscheinbarsten Gegenstand, den er gerade brauchte, herausfand. Um so eifriger arbeitete er am Sonntag und in den Ferien in dem nun freien Raum, wie ich aus meiner gegenüberliegenden Dachstube oft beobachten konnte.

Diese unermüdliche Arbeitsfreudigkeit strömte auf alle seine Schüler über; es herrschte im ganzen Laboratorium ein solcher Geist der Emsigkeit und scharfer Ausnutzung der Zeit, dass jeder unwillkürlich erfasst und mitgenommen wurde. Es wollte das um so mehr heissen, als wir (1866) in einer Zeit höchster Aufregung, nämlich mitten im Kriege lebten und abwechselnd preussische und süddeutsche, auch einmal österreichische Truppen Heidelberg passirten.

Auch arbeiteten dicht neben einander Angehörige der feindlich sich gegenüber stehenden Volksstämme, und oft kam es zu heftigen Disputationen; trat dann Bunsen ein, so fuhren wir auseinander und eilten an unsere Plätze. Der Frieden des Hauses aber wurde niemals ernstlich gestört.

Der Ton, in dem Bunsen mit den Praktikanten verkehrte war der vollendeter Höflichkeit und unstörbarer heiterer Freundlichkeit, welcher bei begangenen Fehlern sich eine leise Ironie beimischte; hatte jemand eine Arbeit recht gründlich verpfuscht, so nahm sein Gesicht wohl den Ausdruck aufrichtiger Trauer an. Die meisten Schüler hegten für ihn nicht nur hohe Verehrung (wie selbstverständlich), sondern auch eine fast zärtliche Zuneigung. — Ein Verkehr mit ihm ausserhalb des Laboratoriums kam meines Wissens nicht vor; dazu war vielleicht der Altersunterschied schon zu gross und seine freie Zeit in der That zu kostbar.

(An diese Mittheilungen schloss der Vortragende eine kurze Charakteristik von Bunsens Forscher-Thätigkeit.)

In derselben Sitzung vom (8. November 1899) sprach Herr Schenck über:

Die beiden Arten der Dimorphie und ihre gegenseitigen Beziehungen.

Eine grosse Reihe von chemischen Substanzen vermag in mehr als einer Form zu krystallisieren. Man nennt solche Substanzen polymorph, sind nur zwei Krystallformen vorhanden, dimorph.

Es giebt zwei Gruppen dimorpher Substanzen, das Princip nach dem man bei der Einteilung verfährt, ist die Art und Weise, wie die eine Krystallform in die andere übergeht.

Die eine Gruppe ist ausgezeichnet durch die Existenz eines Umwandlungspunktes, bei der die beiden Modificationen (wir nennen sie a und b) im Gleichgewicht stehen. Bleiben wir unterhalb dieses Punktes, so geht a in b über, überschreiten wir ihn, so verwandelt sich b in a. Durch Erwärmen oder Abkühlen kann man nach Belieben die eine oder die andere Form erhalten, sie sind in einander überführbar. Diese Art der Dimorphie bezeichnet man nach O. Lehmann als Enantiotropie.

Die zweite Gruppe besitzt einen solchen Umwandlungspunkt nicht, die Umwandlung ist nur in einem Sinne ausführbar, stets ist die eine Modification die stabile, die andere die metastabile. Diese Art der Dimorphie bezeichnet O. Lehmann als Monotropie. Jede der beiden monotropen Formen hat ihren eigenen Schmelzpunkt, und zwar liegt der der metastabilen immer tiefer als der der stabilen.

Beide Gruppen sind nicht wesensverschieden von einander. Nach Ostwald unterscheiden sie sich nur dadurch, dass bei den enantiotropen Modificationen der Umwandlungspunkt unterhalb der Schmelzpunkte liegt, während die monotropen schmelzen, ehe sie ihren Umwandlungspunkt erreicht haben.

Besonders deutlich werden die gegenseitigen Beziehungen, wenn man sich gegenwärtig hält, dass der Umwandlungspunkt nichts anderes als der Schnittpunkt der Dampfdruckcurven der festen Modificationen, der Schmelzpunkt nichts anderes als der Punkt ist, bei dem der Dampfdruck der festen Körper gleich dem der Flüssigkeit wird. Dann sind enantiotrope Körper solche, bei denen die Dampfdruckcurve der Flüssigkeit die Dampfdruckcurven der festen Modificationen oberhalb, monotrope Körper solche, bei denen die flüssige Dampfdruckcurve die beiden anderen unterhalb des Umwandlungspunktes schneidet.

Vor einiger Zeit war es dem Vortragenden gelungen [1]) die feste und die flüssig krystallinische Modification des p-Azoxyanisols, welche zu einander im Verhältniss enantiotroper Modificationen stehen, durch Zusatz fremder Stoffe zu der isotropen Flüssigkeit, in monotrope Modificationen überzuführen; der Zusatz fremder Stoffe zu der isotropen Flüssigkeit bewirkt ja eine Verschiebung der Dampfdruckcurve nach unten. Die Concentration des Zusatzes wurde so bemessen, dass eine Verlegung der Curve bis unter den Umwandlungspunkt eintrat.

Es ist natürlich nicht möglich dieses Verfahren umzukehren, und monotrope Modificationen in enantiotrope zu verwandeln. Denn wir haben kein Mittel die Dampfdruckcurven der Flüssigkeit allein nach oben zu verschieben. Die Verschiebung durch

1) Diese Sitzungsberichte, März 1899. Zeitschr. f. phys. Chem. 29, 546.

Drucke beeinflusst auch die Dampfdruckcurven der krystallisierten Zustände.

Angenommen aber, es gäbe ein solches Verfahren, so würde man bei einer allmähligen Verschiebung der Dampfdruckcurve der Flüssigkeit zunächst den Umwandlungspunkt passieren müssen, ehe eine Verwandlung der monotropen in enantiotrope Modificationen erreicht wird.

Zu einer vollständigen Beschreibung der monotropen Modificationen ist die Angabe dieses Punktes nothwendig und zwar bei Atmosphärendruck, unter denselben Bedingungen wie die Schmelzpunktangaben.

Der Vortragende nun hat eine Beziehung aufgefunden, welche den an und für sich nicht beobachtbaren Umwandlungspunkt mit anderen beobachtbaren Grössen verknüpft und so der Berechnung zugänglich macht.

Die beiden Modificationen unterscheiden sich durch ihre Schmelzwärme und zwar ist die der metastabilen Modification, welche bekanntlich den grösseren Energieinhalt besitzt — sie geht unter starker Wärmeabgabe in die stabile über — kleiner als die der stabilen Modification.

Liegen die Schmelzpunkte nicht gar zuweit entfernt von einander, so entspricht, gemäss der Vant' Hoffschen Beziehung

$$\varDelta = 0{,}02 \cdot \frac{T^2}{q}$$

wo $\varDelta$ die molekulare Gefrierpunktserniedrigung,
T die absolute Schmelztemperatur
q die Schmelzwärme bedeutet,

der kleineren Schmelzwärme die grössere Gefrierpunktserniedrigung.

Stellen wir uns für beide Modificationen die Abhängigkeit des Schmelzpunktes von der Concentration des Zusatzes graphisch dar, so erhalten wir zwei gerade Linien welche mit zunehmender Concentration divergieren. Denken wir uns dieselben rückwärts über die Schmelzpunkte hinaus verlängert, so werden sie einander schneiden, der Schnittpunkt ist nichts anderes als der Umwandlungspunkt, wie das aus dem Diagramm, welches

bei der oben citierten Abhandlung über die Verwandlung der enantiotropen Modificationen des p-Azoxyanisols in monotrope, deutlich folgt.

Stellen wir uns die Gleichungen für die Abhängigkeit der Schmelzpunkte von der Concentration des Zusatzes zu der Flüssigkeit auf, so bekommen wir

$$t = S_{st} - c \,.\, \Delta_{st}$$
$$t' = S_m - c' \,.\, \Delta_m$$

wo S_{st} und S_m die Schmelzpunkte der reinen stabilen bezw. metastabilen Modificationen, Δ_{st} und Δ_m die entsprechenden molekularen Gefrierpunktserniedrigungen bezeichnen. Die beiden Curven schneiden einander, wenn

$$c = c' \text{ und } t = t'$$

werden; bezeichnen wir die Temperatur des Schnittpunktes, welcher mit dem Umwandlungspunkt der beiden festen Modificationen in einander identisch ist, mit T, so folgt

$$T = S_{st} - c \,.\, \Delta_{st}$$
$$T = S_m - c \,.\, \Delta_m$$

Die Elimination von c ergiebt

$$T = \frac{S_{st} \Delta_m - S_m \,.\, \Delta_{st}}{\Delta_m - \Delta_{st}}$$

auf der rechten Seite stehen lauter Grössen, welche durch den Versuch ermittelt werden können, der Umwandlungspunkt ist dann leicht berechenbar.

Wir haben versucht, dieses Verfahren bei mehreren monotrop dimorphen Körpern zu verwenden. Die Bestimmung der Depressionsconstanten geschah in dem Beckmannschen Apparat zur Molekulargewichtsbestimmung durch Gefrierpunktserniedrigung. Die Constanten der stabilen Modificationen sind leicht zu ermitteln, dagegen macht die Bestimmung derselben bei metastabilen häufig grosse Schwierigkeiten. Es liegt dies an der grossen Empfindlichkeit, und geringen Beständigkeit vieler metastabiler Formen, eine leichte Bewegung des Rührers schon verursacht häufig die Entstehung der stabilen Modification.

Beim m-Nitro-p-acettoluid, welches in einer gelben und einer weissen Form krystallisiert, gelangen die Versuche vollkommen.

Die weisse stabile Form zeigt den Schmelzpunkt 93,32, die metastabile gelbe schmilzt bei 91,58°. Die Depressionsconstante der labilen — durch Zusätze von Oxalsäuredimethylester ermittelt — ist 100,9 die der weissen 85,8, daraus folgt der Umwandlungspunkt 102,5.

Das Verfahren ist nicht allgemein anwendbar, die Anwendung unterliegt gewissen Einschränkungen.

1) Dürfen die Schmelzpunkte nicht zu weit von einander entfernt sein.

2) Muss der Umwandlungspunkt in der Nähe der Schmelzpunkte liegen,

weil unter anderen Umständen die Darstellung der Abhängigkeit der Schmelzpunkte von der Concentration des Zusatzes als lineare Funktion nicht mehr zulässig ist.

In der Sitzung vom 8. November wurden durch vorschriftsmässige Kugelung folgende neue Mitglieder gewählt: Herr Professor Dr. Ludolf Krehl, o. Professor der Medicin, Director der medicinischen Poliklinik, zum ordentlichen; Herr Professor Dr. Heinrich Bonhoff, ao. Professor der Medicin, zum ausserordentlichen Mitglied.

Nach einer Mittheilung des Herrn Ochsenius ist Herr Dr. Philippi, ehemaliger Director der höheren Gewerbeschule in Cassel, seit dem 5. Nov. 1841 ausserordentliches Mitglied der Gesellschaft, z. Z. in Santiago (Chile) noch am Leben, somit nach dem Tode von Bunsen das älteste Mitglied der Gesellschaft.

Aufgelegte Schriften:

Jahresberichte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Jahrg. 55. Stuttgart 1899.

Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft 1898. 81. Versammlung in Bern, 80 Vers. in Engelberg 1897. Bern 1898. Luzern 1898.

Rendiconto dell' Accad. delle Scienze Fisiche e Matematiche Ser. 3. Vol. V, fasc. 4—5. Atti, Ser. 2 Vol. IX. Napoli 1899.

Bulletin de l' Académie impériale des Sciences de St. Petersbourg. Ser. V, Tom VIII. Nr. 3. St. Petersbourg 1898.

Bulletin de la Societé impériale des Naturalistes de Moscou. A. 1898. Nr. 4. Moscou 1899.

Nouveaux Mémoires de la Societé impériale des Naturalistes de Moscou. Tom XV, Liv 7, Tom XVI, Liv I. Moscou 1898.

Bulletin de la Societé de Geographie d'Alger 1899. 1. Alger 1899.

Annotationes Zoologicae iaponenses. Vol. III, Part. I. Tokio 1899.

United States Geological Survey. Annual Report. Part. V, (1—2) Washington 1898.

Annual Report of the Smithsonian Institution 1896—1897. Washington 1898.

Smithsonian Miscellaneous Collections 1170. Washington 1899.

Proceedings and Transactions of the Nova Scotia Institute of Science. Vol. IX, Part 4. Halifax 1898.

John Hopkins University Circulars Vol. XVIII. Nr. 139. Baltimore 1899.

American Naturalist. Vol. 33. Nr. 390. Boston 1899.

Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. 37. Nr. 158. Philadelphia 1898.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences. Part. III. 1898. Philadelphia 1899.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. 34, Nr. 11—17. 1899.

Verhandlungen des deutschen wissenschaftlichen Vereins zu Santiago de Chile. Bd. III, Heft 6. Valparaiso 1898.

Museo Nacional de Buenos Aires, Comunicationes. Tom 1 u. 3. Anales Tom IV. Buenos Aires 1899.

Report of the 7th Meeting of the Australasian Association for the Advancement of Science. Sydney 1898.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

№ro. 9 Dezember 1899

In der wissenschatlichen Sitzung vom 13. Dezember 1899 theilte Herr Krehl

Beobachtungen über den Wärmehaushalt der poikilothermen Wirbelthiere

mit, welche er in Jena gemeinschaftlich mit Herrn Dr. Soetbeer anstellte. Die ausführliche Abhandlung ist in Pflügers Archiv erschienen.

In derselben Sitzung (13. Dez.) sprach Herr R. Schenck über:

Chemische Vorgänge im elektrostatischen Felde.

Die chemischen Vorgänge, welche gewöhnlich zur Gewinnung elektrischer Energie benutzt werden, sind Jonenvorgänge, Umwandlungen, welche mit dem Entstehen oder Verschwinden von Jonen verbunden sind.

Die folgenden Betrachtungen nun sollen zeigen, dass es noch eine andere Möglichkeit giebt, chemische Energie in elektrische umzusetzen und zwar ohne Mitwirkung von Elektrolyten bezw. Jonen bei Reactionen zwischen Isolatoren. Diese Möglichkeit ist stets vorhanden, wenn die Änderung des chemischen Systems in einem elektrostatischen Felde erfolgt und falls die Umsetzung mit einer Änderung der Dielectricitätsconstanten des Systems verbunden ist.

Wir wollen uns eine bestimmte Versuchsanordnung denken, an der wir uns die Beziehungen zwischen Änderung der Dielectricitätsconstanten und Entstehung elektrischer Energie klar machen können. Es seien die Platten eines Condensators A und B, B sei zur Erde abgeleitet, der Abstand der Platten von einander

klein gegenüber der Ausdehnung derselben. Diese Anordnung befinde sich in Luft bezw. dem Vacuum, dessen Dielectricitätsconstante $D = 1$ ist. Erteile ich der Platte A die Ladung e, und ist ihr Potential V, so besteht bekanntlich zwischen diesen Grössen und der Capacität C des Condensators die Beziehung

$$e = C \cdot V$$

$$V = \frac{e}{C},$$

die Arbeit, welche wir erhalten, wenn wir A auf das Potential Null herunterbringen, ist

$$\frac{1}{2} e \cdot V = \frac{1}{2} \frac{e^2}{C}.$$

Lassen wir die Ladung e in A ungeändert und bringen zwischen die Platten, den Raum vollständig ausfüllend, einen Isolator von der Dielectricitätsconstante D_1, so beobachten wir ein Fallen des Potentials, wir schliessen daraus dass sich die Capacität geändert hat, sie möge C_1 geworden sein, so bekommen wir

$$e = C_1 \cdot V_1$$

Es verhält sich

$$C : C_1 = 1 : D_1$$

also

$$e = C \cdot D_1 \cdot V_1$$

Die Entladung auf das Potential Null giebt uns die kleinere Arbeitsgrösse

$$\frac{1}{2} \cdot e V_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{e^2}{C . D_1}$$

der Ersatz der Luft durch den Isolator mit der Dielectricitätsconstanten D_1, hat also einen Arbeitsaufwand erfordert von

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{e^2}{C} \left(\frac{1}{D} - \frac{1}{D_1} \right)$$

Setze ich allgemein an die Stelle eines Dielectricums mit der Constanten D_1 ein anderes mit der Constanten D_2, so ist die Änderung des electrischen Energieinhaltes auf dem Condensator

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{e^2}{C} \left(\frac{1}{D_1} - \frac{1}{D_2} \right)$$ [1]

---

1) Vergl. hierzu W. Nernst: Zeitschr. f. phys. Chem. 13. pag. 530.

Die gleiche Änderung bekommt man natürlich auch, wenn bei einer chemischen Umsetzung das System seine Constante von D_1 in D_2 ändert.

Ist

$$D_2 > D_1$$

so fällt das Potential auf dem Condensator, ist

$$D_2 < D_1,$$

so wächst es, wir bekommen also einen Zuwachs an elektrischer Energie.

Betrachten wir einen Vorgang, welcher umkehrbar ist und machen wir die Annahme, dass $D_2 > D_1$, so wird das Potential während der Reaction allmählich abnehmen, schliesslich aber zu einem Minimum gelangen, bei welchem die Umsetzung nicht weiter verläuft, eine künstliche Erniedrigung des Potentials durch Ableitung von Electricität würde eine Umkehr der Reaction bedingen, die Bildung des Systems mit der kleineren Dielectricitätsconstanten.

Ist $D_2 < D_1$ so wird das Potential allmählich steigen um schliesslich ein Maximum zu erreichen, eine Zufuhr elektrischer Energie von aussen kehrt die Reaction um, sie begünstigt die Entstehung des Systems mit der grösseren Dielectricitätsconstanten.

Im Allgemeinem haben wir bei Erhöhung des Potentials eine Verschiebung des chemischen Gleichgewichts nach der Seite der höheren, bei Erniedrigung eine solche nach der Seite der niederen Dielectricitätsconstante zu erwarten, eine neue Illustration zu dem Satze von Le Chatelier.[1]) „Toute variation d'un facteur de l'équilibre amène une transformation du système qui tend à faire éprouver au facteur considéré une variation de signe contraire à celle qu'on lui a communiquée."

Die beschriebene Art elektrochemischer Prozesse, welche auf einer Veränderung der Dielectricitätsconstanten beruhen, würde nicht ohne Analogieen darstehen. Die Dielectricitätsconstante eines Systems lässt sich auch auf andere Weise ändern. Sie ist z. B. abhängig von der Temperatur, mit dem Erwärmen Hand in Hand geht

1) Recherches experimentales et théoriques sur les équilibres chimiques. Paris 1888.

eine Veränderung der Constanten und so sehen wir an vielen Krystallen beim Erwärmen und Abkühlen elektrische Ladungen auftreten.[1]) Man belegt diese Art der Electricität bekanntlich mit dem Namen Pyroelectricität. Auch die folgende Erscheinung ist hier zu erwähnen. Isolatoren erwärmen sich oder kühlen sich beim Elektrisieren ab,[2]) je nachdem die Dielectricitätsconstante mit der Temperatur fällt oder zunimmt.

Erhöhte Drucke bezw. Veränderungen des Volumens verursachen Änderungen der Dielectricitätsconstanten, umgekehrt erhalten wir beim Elektrisieren derartiger Körper Veränderungen des Volumens, sogenannte Electrostrictionen. Wir kennen die Entstehung elektrischer Ladungen beim Belasten gewisser Krystalle, und sehen den elektrischen Vorgang sich umkehren, wenn nach Aufhebung der Belastung der Krystall allmählich in seine alte Lage zurückkehrt.

Die altbekannte Erscheinung der Restbildung bei Leydener Flaschen ist, wie mir scheint, ebenfalls ein Phänomen, welches hierher gehört.[3]) Unter dem Einfluss der Ladung stellt sich ein Zustand her, in dem das Glas eine andere, grössere Dielectricitätsconstante besitzt als vorher. Mit dieser Änderung sind Spannungen und Volumänderungen des Glases verbunden. Entlade ich die Flasche, so gehen diese Änderungen nicht sofort zurück, das Glas braucht vielmehr Zeit in seinen alten Zustand zurückzukehren. Bei diesem Rückgange vermindert es seine

---

1) Die pyro- und piezoelektrischen Erscheinungen der Krystalle zeigen allerdings einige besondere Merkmale, die Krystalle besitzen eine permanente dielektrische Polarisation, man braucht sie also nicht in ein künstliches elektrostatisches Feld zu bringen, um die Veränderungen der Ladungen zu beobachten.

2) Drude, Physik des Äthers, pag. 303.

3) Vergl. hierzu die Abhandlung von Pellat: Ann. de chimie et de physique. T. XVIII. (1899) pag. 152, in der eine ähnliche Anschauung vertreten wird:

„Cette grandeur (la constante diélectrique) ainsi définie est variable pour une même substance solide ou liquide suivant le temps, pendant lequel le condensateur est chargé, ou, d'une façon plus générale, suivant le temps où le diélectrique reste dans le champs électrique."

Ferner Wüllner: Wied. Ann. 32. 19 (1887), sowie Drude: Physik des Äthers, pag. 291.

Dielectricitätsconstante und erhöht das Potential der vorher entladenen Flasche. Es ist übrigens bei diesem Vorgange der Verdacht nicht von der Hand zu weisen, dass die erste Ladung in dem Glas nicht allein mechanische, sondern auch chemische Deformationen hervorgerufen hat. Bei einer so complicierten Lösung, wie sie das Glas darstellt, wären Veränderungen des chemischen Gleichgewichts durch dielektrische Polarisation wenigstens nichts wunderbares. Dass bei der Rückstandbildung eine Art electrochemischer Reactionen beteiligt ist, vermutet übrigens schon Maxwell.[1])

Nach den Untersuchungen von Drude,[2]) von Abegg[3]) und Seitz[4]) ist auch der Vorgang des Schmelzens und Erstarrens mit einer Änderung der Dielectricitätsconstanten verbunden. Diese Änderung ist häufig recht beträchtlich. Nach den Angaben der oben genannten Forscher stelle ich folgende Tabelle zusammen.

Substanz:	*D* flüssig:	*D* fest:	Beobachter:
Wasser	87	3.1	Abegg
Ameisensäure	57.0	19.0	Drude
Essigsäure	6.46	4.1	„
Chloralhydrat	13	3.3	„
Phenol	9	4.3	„
Nitrobenzol	43.3 bei —9°	9.9 bei —10°	Abegg.

Überall sehen wir die Dielectricitätsconstante beim Schmelzen zunehmen. Wir schliessen daraus, dass eine Erhöhung der electrischen Ladung auf der Condensatorplatte die Bildung der Flüssigkeit begünstigen, das Festwerden hintanhalten wird. Aus thermodynamischen Gründen dürfen wir erwarten, dass der Schmelzpunkt durch Verstärkung des electrischen Feldes heruntergedrückt wird.

Die Abhängigkeit des Schmelzpunktes von der Condensatorladung ist der Berechnung zugänglich. Wir denken uns einen Carnot'schen Kreisprozess ausgeführt.

Zwischen den Condensatorplatten befinde sich 1 Mol. feste Substanz. Die Ladung der Platte A sei e. Die Schmelz-

1) A Treatise on electricity I. pag. 381.
2) Zeitschr. f. phys. Chem. 23. 308.
3) Wied. Ann. 62. 257; 65. 227.
4) Z. f. phys. Chem. 29. 247.

temperatur in diesem Kraftfelde sei T. Die Schmelzwärme q. Der Condensator habe in Luft die Capacität C. Die ganze Anordnung befinde sich in einem Wärmereservoir von der Temperatur T.

Wir lassen den festen Körper schmelzen und verlieren dadurch an electrischer Energie nach den früheren Auseinandersetzungen

$$\frac{1}{2}\frac{e^2}{C}\left(\frac{1}{D_1}-\frac{1}{D_2}\right),$$

wo D_1 die Dielectricitätsconstante des festen, D_2 die des flüssigen Körpers bedeutet. Dem Reservoir wird die Wärmemenge q entzogen.

Die Schmelze wird jetzt in ein zweites Reservoir gebracht von der Temperatur $T-dT$. Es ist das diejenige Temperatur, bei welcher der feste Körper schmelzen wird, wenn die Ladung des Condensators $e+de$ beträgt. Dabei wird an das Reservoir II die Wärmemenge $k \cdot dT$ (k Wärmecapacität) abgegeben. Wir verstärken die Ladung um de, die zuzuführende Energie ist:

$$\frac{1}{2}\frac{(de)^2}{C \cdot D_2}$$

Wir lassen erstarren, die Energie des Condensators vermehrt sich um

$$\frac{1}{2}\frac{(e+de)^2}{C}\left(\frac{1}{D_1}-\frac{1}{D_2}\right).$$

Entziehen wir der Platte jetzt die Ladung de, so verlieren wir die Energiemenge

$$\frac{1}{2}\frac{(de)^2}{C \cdot D_1}.$$

Die Erwärmung des Systems erfordert die Zufuhr der Wärme $k' \cdot dT$.

Bei der Temperatur T ist also verloren an electrischer Energie

$$\frac{1}{2}\cdot\frac{e^2}{C}\cdot\left\{\frac{1}{D_1}-\frac{1}{D_2}\right\}$$

bei der Temperatur $T-dT$ gewonnen.

$$\frac{1}{2}\frac{(e+de)^2}{C}\left\{\frac{1}{D_1}-\frac{1}{D_2}\right\}-\frac{1}{2}\frac{(de)^2}{C}\left\{\frac{1}{D_1}-\frac{1}{D_2}\right\}$$

Die gesammte bei dem Kreisprozess gewonnene Arbeit ist also

$$\frac{1}{2}\cdot\frac{2e \cdot de}{C}\left\{\frac{1}{D_1}-\frac{1}{D_2}\right\}=\frac{1}{2}\frac{d(e^2)}{C}\left\{\frac{1}{D_1}-\frac{1}{D_2}\right\}$$

Nach dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik ist diese Arbeit

$$\frac{1}{2}\cdot\frac{d(e^2)}{C}\left\{\frac{1}{D_1}-\frac{1}{D_2}\right\}=q\cdot\frac{dT}{T}$$

oder

$$\frac{dT}{d(e^2)}=\frac{1}{2}\frac{T}{C \cdot q}\cdot\left\{\frac{1}{D_1}-\frac{1}{D_2}\right\}.$$

Die letzte Gleichung stellt die Abhängigkeit des Schmelzpunktes von der Grösse der elektrischen Ladung dar.

Um einen Begriff von der Grössenordnung der Schmelzpunktserniedrigung im elektrostatischen Felde zu bekommen, wollen wir an einem bestimmten Beispiel die Rechnung durchführen und zwar am Wasser, dessen Dielectricitätsconstanten im flüssigen und festen Zustand bekannt sind.

Zwischen den Platten des Condensators befinden sich 18 g. Wasser. Die Capacität des Condensators sei, wenn Luft das Dielectricum bildet ein Mikrofarad

$$C = 9 \cdot 10^5 \quad c \cdot g \cdot s \text{ Einheiten.}$$

Die Dielectricitätsconstante des flüssigen Wassers ist

$$D_2 = 87,$$

die des Eises wurde mit Hilfe schneller elektrischer Schwingungen von Abegg bestimmt, ihr Wert beträgt zwischen -24^0 und 0^0

$$D_1 = 3{,}1.$$

Die specifische Schmelzwärme beträgt 79,4 cal, also die molekulare

$$q = 18 \cdot 79{,}4 \text{ cal} = 18 \cdot 79{,}4 \cdot 4{,}183 \cdot 10^{10} \text{ abs. Einheiten.}$$

Der absolute Schmelzpunkt ist

$$T = 273^0.$$

Setzen wir diese Werte in unsere Gleichung ein, so bekommen wir für die Ladung der Platte mit einer absoluten elektrostatischen Einheit

$$\frac{dT}{d(e)^2} = \frac{273}{2 \cdot 9 \cdot 10^5 \cdot 18 \cdot 79{,}4 \cdot 4{,}183 \cdot \text{ä}0^{10}} \cdot \left\{ \frac{1}{3{,}1} - \frac{1}{87} \right\}$$

$$= 7{,}89 \cdot 10^{-19^0}$$

Die gewählte Ladung ist sehr klein, wir denken daher die Platte mit der praktischen Einheit, einem Coulomb geladen. Es ist

$$1 \text{ Coulomb} = 3 \cdot 10^9 \text{ abs. electrostat. Einheiten.}$$

Es wird dann

$$\frac{dT}{d(e)^2} = \left[3 \cdot 10^9\right]^2 \cdot 7{,}89 \cdot 10^{-19}$$

$$= 9 \cdot 7{,}87 \cdot 10^{-1} = 7{,}10.$$

Die Spannung der Electricität auf der Platte ist unter diesen Umständen sehr gross; sie beträgt für den Luftcondensator eine Million Volt, eine Spannung, mit welcher sich nicht operieren lässt. Die folgende Tabelle enthält die Depressionen für geringere Ladungen:

e		Spannung	Depression
1	Coulomb	10^6 Volt	7,10°
10^{-1}	„	10^5 „	$7{,}10 \cdot 10^{-2}$
10^{-2}	„	10^4 „	$7{,}10 \cdot 10^{-4}$
10^{-3}	„	10^3 „	$7{,}10 \cdot 10^{-6}$
10^{-4}	„	10^2 „	$7{,}10 \cdot 10^{-8}$
10^{-5}	„	10 „	$7{,}10 \cdot 10^{-10}$
10^{-6}	„	1 „	$7{,}10 \cdot 10^{-12}$°

Wir ersehen aus dieser Rechnung, dass wir kaum je im stand sein werden, die Änderung des Schmelzpunktes im elektrostatischen Felde emperimentell festzustellen.

Auf die Änderung des Volumens wie sie ja beim Schmelzen stattfindet, ist in der Ableitung keine Rücksicht genommen worden, sie bedingt noch eine Correction.

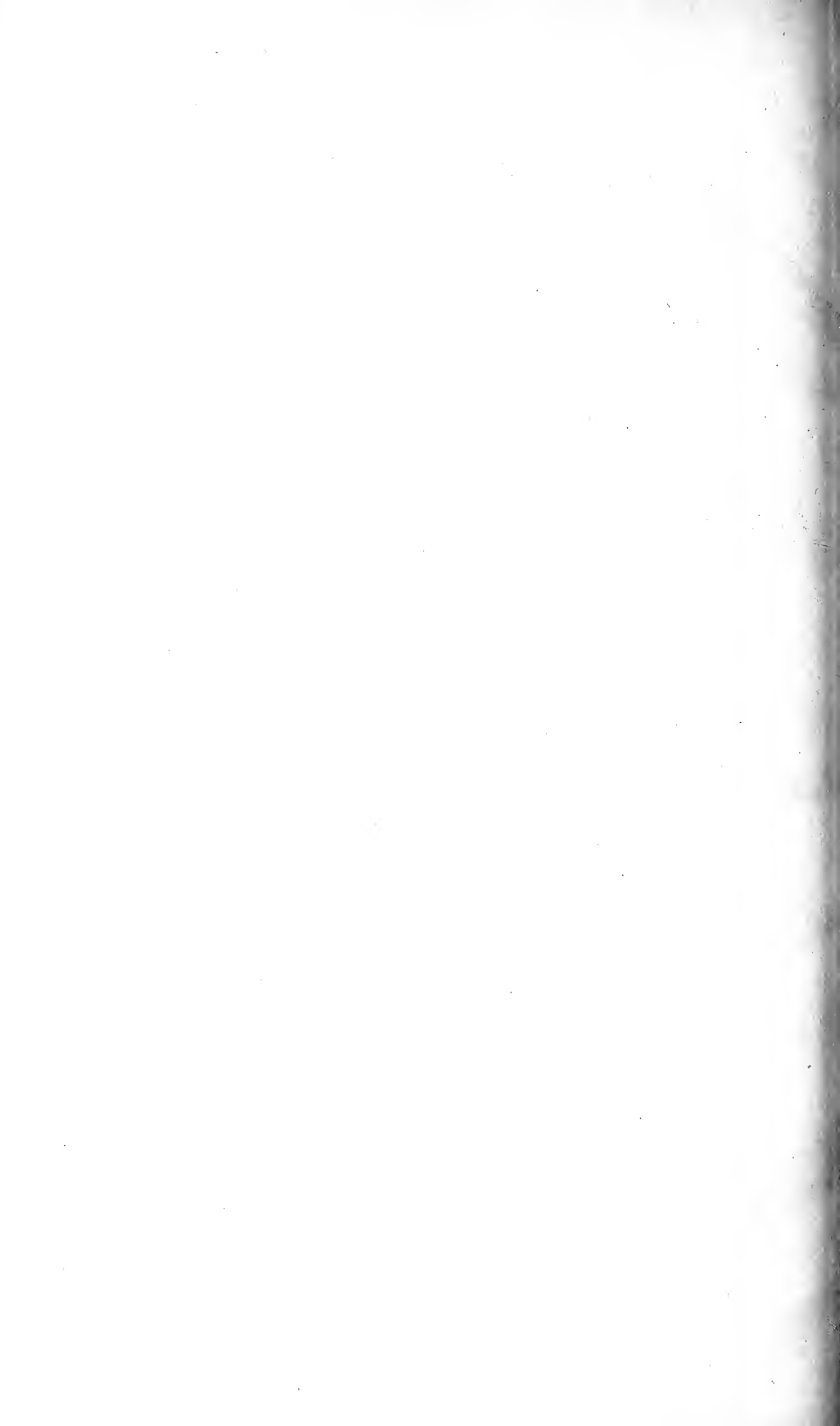
Wir ziehen also aus unseren theoretischen Betrachtungen den Schluss, dass es noch eine zweite Art elektrochemischer Prozesse giebt; Vorgänge, welche unter Veränderung der Dielectricitätsconstanten eines chemischen Systems verlaufen, ändern die Ladung eines Condensators: Umgekehrt verursachen Ändederungen der Condensatorladung Verschiebungen des chemischen Gleichgewichts in dem Isolator.

Die experimentelle Behandlung wird auszugehen haben von der Untersuchung der Bildung electrischer Rückstände im electrostatischen Felde an chemisch gut definierten Körpern, namentlich scheinen mir solche Substanzen geeignet, welche leicht eine tautomere Umwandlung erfahren, vor allem solche, welche ausser einer Ketoform in einer Enolform aufzutreten vermögen, da hier einigermassen grosse Unterschiede in den Dielectricitätsconstanten zu erwarten sind.

Ich hoffe seiner Zeit die Resultate der Versuche über den besprochenen Gegenstand der Gesellschaft vorlegen zu können.

Herr Prof. Kayser legt die Probedrucke für die Tafeln zu der Arbeit des Herrn Dr. Lotz über den Kalk der Lindener Mark bei Giessen vor, für welche Arbeit die Gesellschaft am 7. März d. J. eine Geldunterstützung bewilligt hat.

Am 13. December 1899 wurde Herr Dr. Heinrich Lotz, bisher Assistent an dem geologischen Institut, zum ausserordentlichen Mitglied der Gesellschaft erwählt.



Sitzungsberichte

der

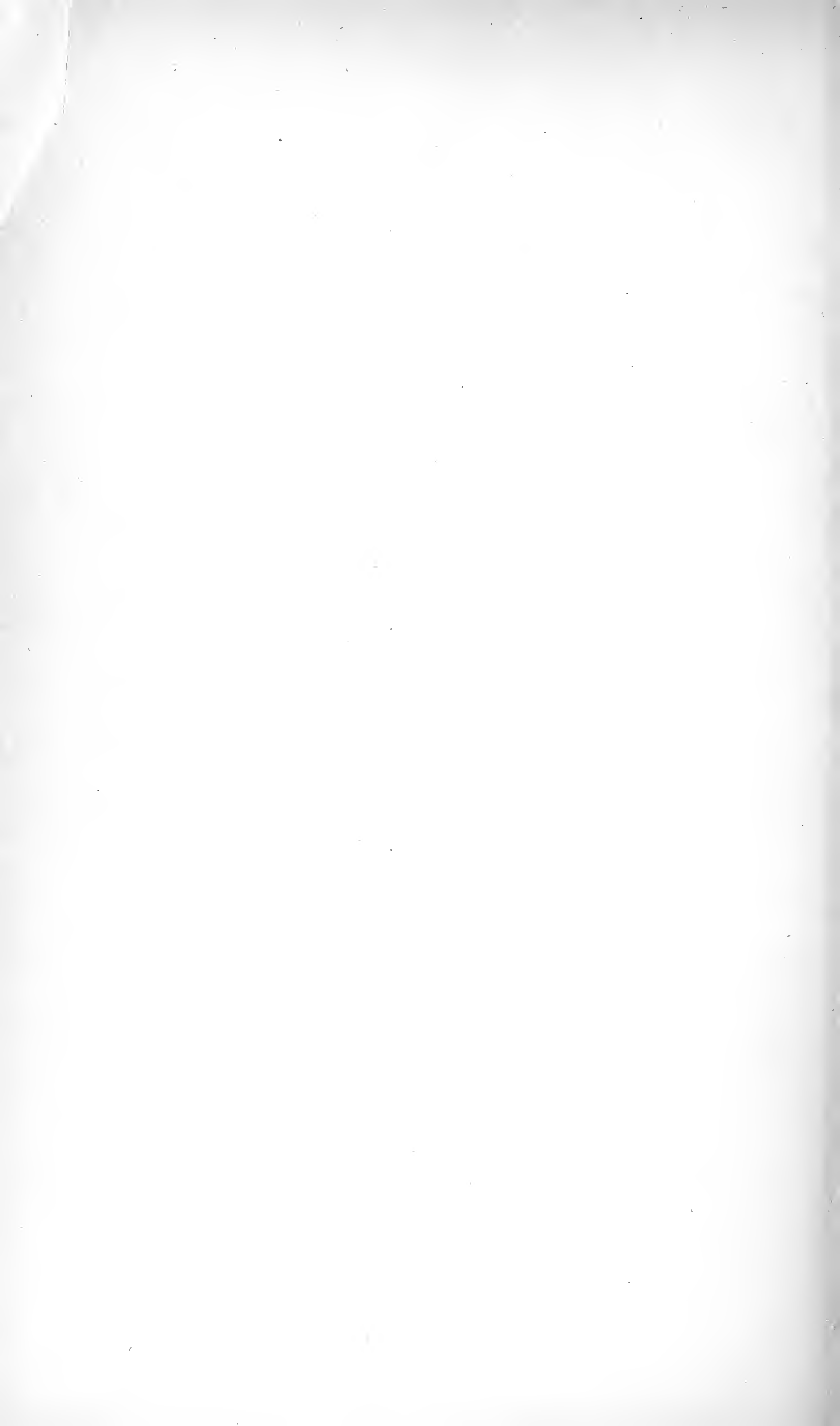
Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Jahrgang 1900.

MARBURG.
R. Friedrich's Universitäts-Buchdruckerei (Inhaber: Karl Gleiser).
1901.



Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

M a r b u r g.

Jahrgang 1900.

MARBURG.
R. Friedrich's Universitäts-Buchdruckerei (Inhaber: Karl Gleiser).
1901.

Inhalts-Angabe.



Verzeichniss der Mitglieder*)

(am Schluss des Jahres 1900).

Ehrenmitglieder.

v. Kölliker, Albert, Dr. med., o. Prof. der Anatomie, wirkl. Geheimrath, Würzburg . . . . 6. 7. 97.
Virchow, Rudolf, Dr. med., o. Prof. der pathologischen Anatomie, Geh. Med.-Rath, Berlin . . . . 1. 11. 97.
Retzius, Gustav, Prof. emerit. der Anatomie, Stockholm . . 18. 1. 99.

Einheimische Mitglieder.

A. Ordentliche.

Ahlfeld, Friedrich, Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rath . . . . 11. 7. 83.
Bach, Ludwig, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie . . 28. 11. 00.
Bauer, Max, Dr. phil., o. Prof. d. Mineralogie, Geh. Reg.-Rath 11. 3. 85.
Behring, Emil, Dr. med., o. Prof. d. Hygiene, Geh. Med.-Rath 15. 5. 95.
Brauer, August, Dr. phil., Priv.-Doc. d. Zoologie, Prof. . . 17. 5. 99. (17. 6. 96.)
Disse, Joseph, Dr. med., a.o. Prof. d. Anatomie u. Prosector 13. 11. 95.
Feussner, Wilhelm, Dr. phil., a.o. Prof. der Physik . . . 14. 7. 81. (10. 6. 69.)
Fischer, Theobald, Dr. phil., o. Prof. der Geographie . . . 28. 11. 83.
Gasser, Emil, Dr. med., o. Prof. d. Anatomie, Geh. Med.-Rath 27. 1. 88. (16. 7. 74.)
Hess, Edmund, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik 21. 6. 78. (16. 7. 74.)
v. Heusinger, Otto, Dr. med., a.o. Prof. der gerichtl. Med., Geh. San.-Rath 16. 5. 66. (25. 4. 60.)
Kayser, Emanuel, Dr. phil., o. Prof. der Geologie . . . . 13. 1. 86.
Kohl, Friedrich Georg, Dr. phil., a.o. Prof. der Botanik . . 13. 11. 95. (6. 8. 84.)
Korschelt, Eugen, Dr. phil., o. Prof. der Zoologie . . . . 26. 7. 93.
Kossel, Albrecht, Dr. med., o. Prof. der Physiologie . . . 15. 5. 95.
Küster, Ernst, Dr. med. o. Prof. d. Chirurgie, Geh. Med.-Rath 4. 11. 91.

---

*) Die Daten bedeuten den Tag der Ernennung, die in Parenthese gesetzten Daten den Tag der Ernennung zum ausserordentlichen Mitglied.

Lahs, *Heinrich*, Dr. med., a.o. Prof. der Gynäkologie . . . 13. 1. 75. (16. 2. 70.)
Mannkopff, *Emil*, Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., Geh. Med.-Rath 8. 5. 67.
Meyer, *Hans*, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie . . . 11. 3. 85.
Meyer, *Arthur*, Dr. phil., o. Prof. der Botanik . . . . . 4. 11. 91.
Melde, *Franz*, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Geh. Reg.-Rath 4. 5. 64. (12. 6. 60.)
Ostmann, *Paul*, Dr. med., a.o. Prof. der Otologie . . . . 13. 11. 95.
Rathke, *Bernhard*, Dr. phil., o. Hon.-Prof. der Chemie . . 14. 3. 84.
Ribbert, *Hugo*, Dr med., o. Prof der pathol. Anatomie . . 20. 6. 00.
Romberg, *Ernst*, Dr. med., a.o. Prof., Dir. der med. Polikl. 20. 6. 00.
Schmidt, *Ernst*, Dr. phil., o. Prof. der pharmaceut. Chemie, Geh. Reg.-Rath . . . . 11. 3. 85.
Schottky, *Friedrich*, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik . . 15. 5. 95.
Tuczek, *Franz*, Dr. med., o. Prof. der Psychiatrie, Med.-Rath 15. 5. 95. (14. 3. 90.)
Zincke, *Theodor*, Dr. phil., o. Prof. d. Chemie, Geh. Reg.-Rath. 13. 1. 76.

B) Ausserordentliche.

Bonhoff, *Heinrich*, Dr. med., a.o. Prof. der Hygiene . . . 8. 11. 99.
Buchholz, *Albert*, Dr., med, Priv.-Doc. der Psychiatrie . . 8. 12. 97.
v. Dalwigk, *Friedrich*, Dr. phil., Privatdoc. für Mathematik 9. 5. 00.
Dietrich, *Theodor*, Dr. phil., Prof., Director d. landwirthschaftl. Versuchsstation . . . . 15. 1. 96.
v. Drach, *Alhard*, Dr. phil, a.o. Prof. der Mathematik . . 11. 7. 66.
Enderlen, *Eugen*, Dr. med., a.o. Prof. der Chirurgie . . . 10. 2. 97.
Fritsch, *Paul*, Dr. phil., Prof., Priv.-Doc. der Chemie, Prof. 24. 4. 96.
Gadamer, *Johannes*, Dr. phil., Priv.-Doc. d. pharmaceut. Chemie 9. 3. 98.
Kühne, *Fritz*, Privat-Docent der Gynäkologie . . . . . . 8. 2. 99.
Kutscher, *Friedrich*, Dr. med., Assistent am physiol. Institut 16. 2. 98.
Lotz, *Heinrich*, Dr. phil. . . . . 13. 12. 99.
Meisenheimer, *Johannes*, Dr. phil., Priv.-Doc. der Zoologie 16. 2. 98.
Noll, *Alfred*, Dr. med. . . . . 16. 2. 98.
Ochsenius, *Carl*, Dr. phil., Consul a. D. . . . . 28. 6. 77.
Plenge, *Enriquez*, Dr. med., Assistent am physiol. Institut 17. 5. 99.
Ransom, *Frederick*, Dr. med. . . . . 7. 3. 99.
Ruppel, *Wilhelm*, Dr. phil., Abtheilungsvorst. am hyg. Inst. 18 7. 00.
Saxer, *Franz*, Dr. med., Priv.-Doc. der path. Anat. . . . 17. 11. 96.
Schaum, *Carl*, Dr. phil., Priv.-Doc. der Chemie . . . . . 11. 8. 97.
Schenck, *Rudolf*, Dr. phil., Priv.-Doc. d. Chemie Abtheilvorst. am chemischen Institut . . . . 11. 8. 97.
v. Schmidt, *Carl*, Dr. phil., Prof. em. der Chemie . . . . 21. 3. 79.
Schwantke, *Arthur*, Dr. phil., Assistent am mineral. Institut 21. 6. 99.

Tönniges, Carl, Dr. phil. Assistent am zoolog. Institut . . . 16. 2. 98.
Weidenmüller, Carl, Dr. phil., Gymn.-Oberlehrer, Prof. . . 14. 4. 82.
Zumstein, Jacob, Dr. med., Priv.-Doc. der Anatomie, Prof., 2. Prosector . . . . 16. 2. 98.

Auswärtige Mitglieder.*)

Axenfeld, Theodor, Dr. med., o. Prof. d. Ophthalmologie, Rostock (15. 1. 96.)
Barth, Adolf, Dr. med., a.o. Prof. der Otologie Leipzig . . 4. 11. 91.
Barth, Arthur, Dr. med., Prof., Oberarzt, Danzig . . . . (13. 11. 95.)
Böhm, Rudolf, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Geh. Med.-Rath, Leipzig . . . . 20. 5. 81.
Braun, Ferdinand, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Strassburg (8. 2. 78.)
Braun, Heinrich, Dr. med., o. Prof. der Chirurgie, Geh. Med.-Rath, Göttingen . . . . 14. 3. 90.
Brauns, Reinhard, Dr. phil., o. Prof. der Mineralogie, Giessen (27. 1. 88.)
v. Büngner, Otto, Dr. med., Prof., Dir. d. Landkrankenh. Hanau (1. 5. 92.)
Busz, Carl, Dr. phil., a.o. Prof. der Mineralogie, Münster . (19. 6. 95.)
Debus, Dr. phil., Prof. Cassel . . . . (16 11. 59.)
Dohrn, Rudolf, Dr. med., o. Prof. der Gynäkologie, Geh. Med.-Rath, Dresden . . . . 10. 2. 61.
Falk, Ferdinand, August, Dr. med., a.o. Prof. der Pharmakologie, Kiel . . . . 28. 4. 75.
Fraenkel, Karl, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Halle . . . 4. 11. 91.
Fürstenau, Eduard, Dr. phil., Stadtschulrath, Berlin . . . (25. 4. 60.)
Goebel, Karl, Dr. phil., o. Prof. der Botanik, München . . 27. 1. 88.
Heine, Leopold, Priv.-Doc. der Opthalmologie, Breslau . . (18. 1. 99.)
Hermann, Theodor, Dr. phil., Hanau . . . . (2. 7. 68.)
Hess, Karl, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmol., Würzburg 11. 11. 96.
v. Koenen, Adolf, Dr. phil., o. Prof. der Geologie, Geh. Reg.-Rath, Göttingen . . . . 28. 4. 75.
Krehl, Ludolf, Dr. med., o. Prof. d. inn. Med., Greifswald 8. 11. 99.
Küster Fr. Wilh., Dr. phil., o. Prof. d. Chemie, Klausthal . (26. 7. 93.)
Mannel, Gottfried, Dr. med., Geh. Hofrath, Arolsen . . . (31. 8. 64.)
Marchand, Felix, Dr. med., o. Prof. der path. Anat., Geh. Med.-Rath, Leipzig . . . . 28. 11. 83.
Müller, Friedrich, Dr. med., o. Prof. d. inn. Medicin, Basel 26. 7. 93.
Nebelthau, Eberhard, Dr. med., a.o. Prof. d. inn. Med., Halle a. S. 26. 4. 98. (15. 5. 95.)
Pfannkuch, Wilh., Dr. med., pract. Arzt, Cassel . . . . . (17. 1. 72.)
Pfeffer, Wilhelm, Dr. phil., o. Prof. der Botanik, Geh. Hofrath, Leipzig . . . . (27. 4. 71.)

*) Die mit einem * bezeichneten sind correspondirende, die sämmtlichen übrigen ehemalige einheimische Mitglieder.

Philippi, Dr. phil., Santiago (Chile.) . . . . 4. 11. 41.
Plate, Ludwig, Dr. phil., Priv.-Doc. der Zoologie, Prof., Berlin (27. 1. 88.)
**Rehn*, *Joh. Heinrich*, Dr. med. San.-Rath, Frankfurt. a. M. 26. 11. 80.
Rein, *Johannes*, Dr. phil., o. Prof. der Geographie, Geh. Reg.-Rath, Bonn . . . . 1. 12. 76.
Rost, *Eugen*, Dr. med., Hülfsarbeiter am Reichs-Gesundheitsamt, Berlin . . . . (16. 2. 98.)
Rubner, *Max*, Dr. med., o. Prof. der Hygiene, Geh. Med.-Rath, Berlin . . . . 13. 1. 86.
Rumpf, Theodor, Dr. med., Prof., Dir. des neuen allgemeinen Krankenhauses, Hamburg-Eppendorf . . . . 14. 3. 90.
Schell, *Wilhelm*, Dr. phil., Prof. der Mathematik, Geh. Hofrath, Karlsruhe 29. 4. 57. (13. 2. 56.)
Schmidt-Rimpler, *Hermann*, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie, Geh. Med.-Rath, Göttingen (Halle) . . . . . 15. 11. 71.
Schneider, *Justus*, Dr. med., San.-Rath, Dir. des Landkrankenh. Fulda . . . . (12. 12. 66.)
Schottelius, *Max*, Dr. med., o. Prof. d. Hyg., Hofrath, Freiburg i.B. (11. 7. 79.)
Siemens, *Friedrich*, Dr. med., Geh. Med.-Rath, Dir. d. Landesirrenanstalt Lauenburg i. P. . . . . (19. 12. 79.
v. Sobieransky, *Wenzel*, Dr. med., o. Prof. der Pharmakologie, Lemberg . . . . (19. 6. 95.)
**Speck*, *Carl*, Dr. med., San.-Rath, Kreis-Physik., Dillenburg 5. 4. 71.
Strahl, *Hans*, Dr. med., o. Prof. der Anatomie, Giessen . . 27. 1. 88. (14. 12. 80.)
Study, *Eduard*, Dr. phil., o. Prof. d. Mathematik, Greifswald (14. 3. 90.)
Uhthoff, *Wilhelm*, Dr. med., o. Prof. der Ophthalmologie, Geh. Med.-Rath, Breslau . . . . 4. 21. 91.
Weber, *Heinrich*, Dr. phil., o. Prof. der Mathematik, Geh. Reg.-Rath, Strassburg . . . . 11. 3. 85.
**Weiss*, *Otto*, Salinen-Director, Geh. Bergrath, Nauheim . . (16. 5. 72.)
Wernicke, *Erich*, Dr. med., Prof., Director des hygien. Instituts in Posen 16. 2. 98. (10. 2. 97.)
Wüllner, *Adolf*, Dr. phil., o. Prof. der Physik, Geh. Reg.-Rath, Aachen . . . . (8. 12. 58.)

Der Vorstand.

A. Kossel, Vorsitzender. *O. v. Heusinger*, Ständiger Schriftführer.

Engerer Ausschuss.

M. Bauer, Stellvertretender Vorsitzender, *E. Hess*, *E. Kayser*.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 1 Januar 1900

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 31. Januar sprach Herr Kohl über:

Reizerscheinungen im Pflanzenreiche.

Ausgehend von der Definition und Charakteristik der Auslösungsvorgänge im Allgemeinen, wandte sich V. den diesen subordinirten Reizvorgängen zu, indem er zunächst einen Ueberblick gab über die bis jetzt bekannt gewordenen typischen Gruppen von Reizerscheinungen mit von Aussen ausgehendem Anstosse, Gruppen, bei deren Aufstellung und Umgrenzung scharf zu trennen ist Reizursache und Form der Reizreaction. Sowohl beim einzelligen als beim vielzelligen Organismus vollziehen sich Reizaufnahme und Reizreaction im selben Protoplasten, nur wird bei letzteren durch die Zellkammerung der Protoplast mehr und mehr gegliedert und die einzelnen Regionen dem Princip der Arbeitstheilung untergeordnet. Das führt unter Anderem zur Localisirung der Reizaufnahme und Reizreaction und bei räumlicher Entfernung beider zur Reiztransmission. Als Beispiele streng localisirter Reizperception stehen die Wurzeln, Coleoptilen der Gräser, Gelenkpflanzenstengel im Vordergrund. Ist bei localisirter Reizperception nur einerlei Aesthesie vorhanden, so kann man von Sinnesorganen analog denen der Thiere sprechen. (Fühltüpfel der Ranken, Fühlpapillen von Staubblattfilamenten, Fühlborsten einiger Insectivoren); diese vegetabilischen Tastorgane werden an der Hand von Zeichnungen und Praeparaten näher beschrieben und zahlengemäss ihre Reizempfindlichkeit illustrirt. Im Anschluss daran erläutert V. die Begriffe Praesentationszeit, Reactionszeit und

Impressionszeit und die Methoden ihrer Bestimmung, sowie das Princip des Klinostaten und die Arten seiner Verwendung zur Constatirung und Messung autotropischer Bewegungen etc. Handelt es sich bei der Verwendung des Klinostaten um langsame Drehung des Versuchsobjectes, so wird in den schnellen Drehungen an der Centrifugalmaschine ein bequemes Mittel geboten, die Abhängigkeitsverhältnisse zwischen Grösse der Reizkraft und der Erregung (Excitation des sensiblen Apparates) festzustellen. Die Einwirkung äusserer Faktoren: Temperatur, chemische Agentien, Wundshock etc.) wird durch Curven klargelegt. Die früher postulirten Beziehungen zwischen Orthotropismus und radiärer Structur, Plagiotropismus und dorsiventralem Bau werden als zum Theil unhaltbar bezeichnet und die verschiedenen Arten der Anisotropie (organische, temporäre, dynamische, traumatische) zum grössten Theil als Erscheinungen von Reizstimmung resp. Reizumstimmung enthüllt. Durch verschiedenartige Anwendung des Gelatinetuschprismas, welches V. vorzeigte, lassen sich die verschiedenartigen Relationen zwischen Phototonus und Lage des Optimums phototactischer und phototropischer Organismen exact vor Augen führen und bei geeigneter Versuchsanstellung beiderseits vom Optimum negativ und positiv phototropische (tactische) Krümmungen (Bewegungen) hervorrufen. Diese Methode gestattet gleichzeitig das nicht principiell nothwendige Zusammenfallen von Lichtstrahlenrichtung und Richtung der photoaesthetischen Reizbewegungen resp. Reizkrümmungen, das man bisher annahm, deutlich zu machen. Besonders ausführlich berichtete hierauf V. über von ihm angestellte Krümmungsbewegungen von Gelenkpflanzen-Stengeln und die an diesen obwaltenden merkwürdigen Beziehungen zwischen Reizperception, Reiztransmission und Reaction. Diese Untersuchungen sind in extenso in der Botanischen Zeitung 1900. Heft 1 publicirt. Pilze und Algen schliessen sich, wie V. an mehreren Beispielen erläutert, den höheren Pflanzen in Bezug auf die paratonischen Reizerscheinungen eng an. Als einen interessanten, bisher noch nicht aufgeklärten Fall von Lichtwirkung streifte V. die von Arthur Meyer entdeckte Beeinflussung der Sporenaussaat der Hutpilze durch einseitig auffallendes Licht.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 2 Februar 1900

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 28. Februar 1900 berichtet Herr Korschelt über die von Herrn stud. Börner angestellten Untersuchungen über:

Hämosporidien einiger Reptilien.

Im Blut von Crocodilus frontatus und Alligator mississippiensis wurde eine Hämogregarina gefunden, welche sich von der bei Schildkröten vorkommenden H. stepanowi durch ihre Grösse und Structurverhältnisse wesentlich unterscheidet, so dass sie für eine neue Art (H. crocodilinorum) erklärt werden muss. Ebenso kommt in einer grossen Platemys eine von den bisherigen Arten abweichende Form vor, die als H. Labbei bezeichnet werden soll. Beide Arten werden durch Zeichnungen sowie durch Demonstration einer Anzahl Präparate erläutert und zu H. stepanowi in Vergleich gesetzt. Die genaue Beschreibung der neuen Arten wird von Herrn Börner mit Abbildungen demnächst in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie gegeben werden.

In derselben Sitzung vom 28. Februar 1900 sprach Herr Johannes Meisenheimer über:

Entwicklungsgeschichte von Dreissensia polymorpha Pall. II. Teil.

In einer früheren Mitteilung hatte ich die Entwicklung von Dreissensia polymorpha vom ungefurchten Ei bis zur Ausbildung der Larvenform verfolgt und auseinandergesetzt, in der sich unmittelbar anschliessenden zweiten Periode, der Larvenperiode, werden wir die bereits angelegten Organe zur vollen Entfaltung gelangen und zugleich neue, der Organisation der erwachsenen Muschel angehörige sich aus indifferentem Zellgewebe herausbilden sehen. Diese zweite Periode schliesst ab mit dem Festheften der freischwimmenden Larve; da aber in der Organbildung dieser Moment keine einschneidende Bedeutung hat, so werde ich auch Vorgänge, die sich erst nach dem Festheften abspielen, unmittelbar bei jedem Organe an die Entwickelungsvorgänge innerhalb der eigentlichen Larvenperiode anschliessen müssen.

Die junge Larve besitzt einen seitlich comprimirten, von den beiden Schalenklappen umschlossenen Körper, an dessen Vorderrande das Velum als ein ringförmiger Wulst sich vorbuchtet. Ein Darmkanal, bestehend aus Vorder-, Mittel- und Enddarm ist bereits wohl ausgebildet. Von neuen Organen treten nun zunächst Urniere und Muskelsystem auf, letzteres bestehend aus den larvalen Muskeln und dem vorderen Schliessmuskel. Sehr charakteristisch für die Larve sind ferner Pigmentflecke, die sich namentlich auf dem Velum und an der Ventralseite der Larve finden. Das nächste zur Entfaltung gelangende Organsystem enthält in sich Herz, Niere und Genitalorgane, es folgen sodann die einzelnen Ganglienpaare nebst Otolithenblase, endlich der hintere Schliessmuskel und der Retractormuskel des Fusses. Ich werde alle diese Organsysteme weiter unten im einzelnen behandeln, vorher will ich nur kurz auf einige äussere Gestaltsveränderungen eingehen, die im wesentlichen die Ausbildung von Fuss und Mantel zur Folge haben. Diese Veränderungen be-

treffen hauptsächlich die Ventralseite, indem eine Anzahl von Falten aus der Mitte derselben ein keilförmiges Gebilde, eben den Fuss, gleichsam herausschälen. Zunächst treten zwei sehr tief einschneidende Seitenfalten auf, die nichts anderes darstellen als die Mantelfalten, es folgt sodann eine hintere Fussfalte, die den Fuss gegen die hintere Körperregion abgrenzt, und endlich eine vordere Fussfalte, hinter dem Munde sich einsenkend. Nunmehr beginnt der Fuss auch selbstständig auszuwachsen und stellt sodann ein ausserordentlich bewegliches und contractiles Gebilde dar. In den Mantelfalten treten als eine Reihe hintereinander gelegener Papillen die Kiemen auf.

Die Larve hat mit diesem Stadium ihren Höhepunkt bereits überschritten, die Organe der erwachsenen Muschel sind fast alle bereits angelegt. sie drängen die Larvenorgane mehr und mehr zurück und bringen sie endlich zum Verfalle. Zunächst erliegen demselben Urniere und larvales Muskelsystem, sodann aber das Velum, und sein Verlust ist von so tiefgreifendem Einflusse auf die ganze äussere Gestalt, dass ich hier etwas darauf eingehen muss. Bis jetzt nahm das Velum als ein mächtiges Gebilde die ganze Vorderseite der Larve ein, nunmehr schrumpft es plötzlich zusammen, sodass der ganze weite Raum, den es vorher inne hat, auf ein Minimum reducirt wird, und Mund und vorderer Schliessmuskel, die ursprünglich weit von einander entfernt lagen, nun nahe an einander gerückt sind, wie es ja der Organisation der erwachsenen Muskel zukommt. Die Veränderungen am übrigen Körper sind nur gering, die Schale stellte bisher ein ziemlich gleichmässig gerundetes Plättchen dar, durch verschieden starkes Auswachsen nach verschiedenen Richtungen wird die typische Gestalt der Dreissensia-Schale erreicht.

Nach dieser kurzen allgemeinen Schilderung wollen wir nun die einzelnen Organsysteme etwas genauer betrachten und beginnen mit den larvalen Organen.

I. Velum. Das Velum, welches sich, wie ich früher schon erörterte, aus Zellen der I. Ectodermgeneration anlegte, macht

sich zuerst schärfer bemerkbar durch einen Kranz langer Cilien, die bald eine ganz bestimmte und charakteristische Anordnung zeigen. Von vorn gesehen stellt das Velum ein ovales Gebilde dar, welches seitlich durch die Schalenhälften stark eingeschnürt erscheint und so mit zwei Lappen sich über die Schalenränder vorwulstet. Seiner histologischen Structur nach besteht das Dach des Velums aus sehr stark abgeplatteten Zellen, sein Rand dagegen ist mächtig verdickt, hier liegen die Zellen, welche den Cilienapparat tragen. Dieser zerfällt in zwei besondere Gruppen, von denen die obere aus einem Doppelkranze sehr langer Cilien besteht, während die untere einen breiten Ring kurzer Cilien darstellt. Beide sind durch eine schmale, unbewimperte Zone von einander getrennt. Ein postoraler Wimperkranz hat an dem Aufbau des Velums keinen Anteil.

II. Fuss. Die Bildung des Fusses ist oben bereits eingehend geschildert worden, einen Punkt von besonderer Wichtigkeit muss ich jedoch hier noch nachholen. Im Inneren ist nämlich der Fuss von einem sehr stark ausgebildeten Mesenchym-Muskelgewebe erfüllt, und seine Herkunft ist es, die uns hier interessirt. Bisher leitete man dasselbe von den Urmesodermzellen ab, meine Untersuchungen ergaben mir für dasselbe einen besonderen Bildungsherd. In der Zeit nämlich, wo der Fuss sich äusserlich herauszubilden beginnt, tritt auf seiner unteren Seite vor dem Pedalganglion eine starke Zellwucherung auf, die sich losschnürt, im Inneren auflöst und die Muskel- und Bindegewebselemente des Fusses liefert. Die Kürze dieser Mitteilung verbietet mir zunächst ein weiteres Eingehen auf die Wichtigkeit dieser Thatsache.

III. Urniere. Dieses bisher bei der Muschellarve noch recht unvollkommen bekannte Organ besitzt einen ausserordentlich einfachen Bau. Es besteht im wesentlichen aus einem dickwandigen Rohr, welches von einer einzigen Zelle gebildet wird, nach aussen mit dem Ectoderm verschmilzt und durch einen feinen Porus ausmündet, nach innen dagegen in ein zarten,

membranösen Kanal übergeht. Dieser Kanal wird gegen die Leibeshöhle durch eine Wimperzelle abgeschlossen, die eine mächtige Wimperflamme in das Rohr entsendet. Seiner Entstehung nach ist das ganze Gebilde ectodermaler Natur.

IV. Muskelsystem. Innerhalb des Muskelsystemes haben wir zwei Gruppen zu unterscheiden, ein larvales und ein beständiges. Das larvale Muskelsystem besteht constant aus drei Muskelzügen jederseits, die alle nahezu von der gleichen Stelle am hinteren Schalenrande entspringen und von hier stark divergirend nach vorn verlaufen. Wir unterscheiden sie als dorsalen, medialen und ventralen Retractormuskel. Die beiden ersteren sind die weitaus mächtigsten, sie ziehen zum Velum, verästeln sich stark in demselben und dienen dazu, dasselbe in die Schale zurückzuziehen. Der ventrale Retractormuskel ist klein und desshalb bisher stets übersehen worden, er hat die um den After gelegenen Körperteile in die Schale einzuziehen. Entwicklungsgeschichtlich stellen sie umgewandelte Mesenchymzellen dar, ebenso wie die übrigen Muskelsysteme. Von diesen tritt der vordere Schliessmuskel zuerst und zwar fast gleichzeitig mit dem larvalen Retractormuskel auf. Er liegt an der Dorsalseite hinter dem Velum und zieht von einer Schalenhälfte zur anderen. Viel später erst tritt auch der hintere Schliessmuskel auf, und endlich der Retractormuskel des Fusses, der vom hinteren Schalenrand aus schräg nach vorn und unten in den Fuss hinein zieht.

V. Nervensystem. Die Lamellibranchiaten besitzen typisch drei Ganglienpaare, Cerebral-, Pedal- Visceralganglien. Das Cerebralganglion ist seiner Genese nach aufs engste verknüpft mit der Scheitelplatte, wir müssen desshalb hier etwas näher auf dieselbe eingehen. Sie liegt genau in der mittleren Längslinie des Velums, etwas nach vorn verschoben. Der zunächst ganz undifferenzirte Zellhaufen, der einen Wimperbüschel trägt, erleidet alsbald in seinem Inneren weitgehende Sonderungen Zunächst vollzieht sich an der Oberfläche eine Sonderung in

eine hintere, das Wimperbüschel tragende Partie und in eine vordere, die sich bald zur einer tiefen Grube einsenkt. Am Grunde dieser Einsenkung geht nun eine Spaltung der Zellelemente vor sich, die zur Loslösung eines besonderen Zellcomplexes führt, eben des Cerebralganglions. Die Scheitelgrube selbst scheint später hervorragenden Anteil an der Bildung der Mundlappen zu nehmen, der cilientragende hintere Teil dagegen erliegt einer völligen Auflösung.

Durchaus anderer Art sind die Vorgänge, welche zur Ausbildung des Pedalganglions führen. Dieses entsteht in Form zweier symmetrisch gelegener Verdickungen an der Ventralseite des Fusses, und dicht hinter ihm das Visceralganglion, ebenfalls aus einer Ectodermwucherung. Beide Ganglienpaare liegen also ursprünglich nahe bei einander, erst die einschneidende hintere Fussfurche scheidet sie. Erwähnen will ich endlich noch, dass bei der Ausbildung der Längscommissuren, die zum mindestens teilweise sich selbstständig vom Ectoderm loslösen, noch deutlich ein Pleuralganglion nachzuweisen ist.

VI. Sinnesorgane. Da Augen oder augenähnliche Organe bei Dreissensia völlig fehlen, so haben wir hier nur noch die Otolithenblase zu betrachten. Dieselbe entsteht aus einer Ectodermeinstülpung, erzeugt im Inneren einen grossen Otolithen und lagert sich allmählich tief in das Pedalganglion ein.

VII. Darmkanal. Es bleibt uns hier nur noch die weitere Entfaltung der drei Hauptabschnitte zu betrachten übrig. Der Vorderdarm erleidet die geringsten Veränderungen, er bildet ein einfaches Rohr, welches ganz von mächtigen Cilien ausgefüllt ist. Sehr stark sind dagegen die Umwandlungen, welche der mittlere Abschnitt durchzumachen hat. Derselbe zerfällt zunächst in zwei Hauptabschnitte, in den vorzugsweise verdauenden Teil (Magen, Leber, Krystallstielblindsack) und in den Dünndarm, der mit dem Proctodäum zur Bildung des Enddarms verschmilzt. Magen und Leber sind entwicklungsgeschichtlich sehr enge mit einander verknüpft. Schon auf dem

Stadium der Gastrula beobachtete man in dem vorderen Teil der Mitteldarmanlage einzelne grössere, heller gefärbte Kerne, sie verschieben sich allmälich zur Seite und bilden hier zwei kleine Ausbuchtungen, die sich bald zu den Lebersäckchen entfalten. Auch histologisch tritt sodann eine Scheidung ein. Das Magenepithel ist stark abgeflacht und von einer dicken Cuticula bedeckt, die Leberzellen nehmen den typischen, schaumigen Bau an. Ein Abschnitt des Magens verdient noch unser besonderes Interesse. Schon frühzeitig bemerkt man nämlich auf der rechten, hinteren Seite desselben eine kleine Ausbuchtung, die sich schnell vertieft und mit einem eigentümlichen Flimmersaume bedeckt. Es ist dies der Krystallstielblindsack, so genannt nach seinem Ausscheidungsprodukte, dem für viele Muscheln charakteristischen Krystallstiel. Der Dünndarm selbst stellt ein einfaches Rohr dar, er ist im Inneren von starken Cilien erfüllt und bildet eine Anzahl charakteristischer Schlingen, die bei der Umwandlung der Larve eine beträchtliche Umordnung erleiden. Der Enddarm besitzt ganz dieselbe Structur wie der Dünndarm, an seiner Ausmündungsstelle liegen in der Regel einige stark vacuolisirte Zellen.

VIII. Gemeinsame Anlage von Herz, Niere und Genitalorganen. Es ist der letzte Organcomplex, der uns zu betrachten übrig bleibt. Wenn auch schon sehr früh sich anlegend, so ist er doch derjenige Complex, der erst am spätesten zur völligen Entfaltung gelangt. Auf dem Stadium etwa, wo das Proctodäum gerade erkennbar wird, bemerkt man hinter demselben eine kleine Zellwucherung, die sich vergrössert, abschnürt und so einen kleinen, rundlichen Zellenhaufen hinter dem After bildet. Nach einer kleinen Ruhepause beginnen sich Differenzirungen innerhalb desselben bemerkbar zu machen, indem der ursprünglich in der Medianebene gelegene unpaare Zellhaufen sich beiderseits nach den Seiten des Darmes hin verschiebt. Die äusseren Zipfel dieses so gebildeten Zellstranges beginnen sich epithelartig zu einem kleinen Bläschen, der späteren

Niere, zusammenzuschliessen. Der Rest der zu der ursprünglichen Anlage gehörigen Zellen spannt sich zwischen den beiden Nierenbläschen in unregelmässigen Strängen aus, nimmt aber bald ebenfalls eine gewisse Ordnung ein und bildet einen Zellenring um den Darm. Diese Bildung enthält in sich die Anlage von Herz, Pericard und Genitalorganen.

IX. Herz und Pericard. Von den letztgenannten Organen entfaltet sich zunächst Herz und Pericard. Der einfache Zellenring umschliesst zwischen sich und dem Darme eine Höhlung, die spätere Herzhöhle. Durch Spaltung wird der Ring zu einem Doppelring, der äussere bildet die Pericardwand, der innere die Herzwand, beide schliessen zwischen sich die Pericardhöhle ein. So einfach dieser Process zu beschreiben ist, so ausserordentlich mühselig ist er zu beobachten, da nur wenige Zellen diesen ganzen Complex, der nun bereits sämmtliche Haupttheile des späteren Organes ausgebildet enthält, zusammensetzen. Die weiteren Vorgänge sind leichter zu verfolgen, der innere Herzring differenzirt sich durch eine leichte Einschnürung in Kammer und Vorhöfe, an der Grenze zwischen beiden treten später die Klappen als Vorwulstungen der Herzwand auf. Erwähnen will ich endlich noch das Auftreten grösserer Zellen am Ende der Entwicklung, dieselben nehmen bald einen drüsigen Bau an und stellen die Pericardialdrüsenzellen dar.

X. Niere. Wir kehren nun zur Niere zurück, die wir als ein kleines, jederseits vom Darme gelegenes Bläschen verliessen. Dasselbe streckt sich zunächst in die Länge und erfährt dann eine bogenartige Krümmung, deren eines Ende sich zum Renopericardialgange entwickelt, während das andere den Ausführgang bildet. Die zwischen ihnen liegenden Teile stellen das Drüsengewebe der Niere dar. Am einfachsten ist die Bildung des Renopericardialganges, der eine Zipfel wächst einfach sehr lang aus und mündet an der Hinterseite des Pericards in dasselbe ein, in seinem Inneren zugleich eine mächtige Wimperflamme entwickelnd. Das vordere Ende, welches zum Ausführgange

wird, hat complicirtere Umwandlungen durchzumachen. Zunächst erweitert es sich in seinem vorderen Teile und wächst nach der Medianebene unterhalb des Darmes hin, bis sich die entsprechenden Teile von beiden Seiten berühren. Es erfolgt sodann eine Verschmelzung. Inzwischen hat sich auch der Renopericardialgang ausgebildet und schiebt sich unterhalb dieser Vereinigungsstelle ebenfalls nach vorn. Die unmittelbar über den Renopericardialgängen gelegenen Partieen der Niere ziehen sich nun jederseits zipfelförmig aus und verschmelzen endlich mit der Mantelhöhle, von wo ihnen ein kurzer ectodermaler Gang entgegenkommt. Hiermit ist im wesentlichen der Bau der fertig ausgebildeten Niere erreicht.

XI. Geschlechtsorgane. Den letzten sich aus der gemeinsamen Anlage entfaltenden Organcomplex stellen die Geschlechtsorgane dar. Sie treten erst spät auf, nachdem die Larve sich bereits festgesetzt hat, und Herz, Pericard und Niere bereits wohl differencirt sind. Ihre Differenzirung wird dadurch eingeleitet, dass in der hinteren Pericadialwand einzelne Kerne auftreten, die einen hellen, bläschenförmigen Bau nebst mächtigem Nucleolus besitzen, und sich so scharf von den kleinen Kernen der Pericardialzellen unterscheiden. Diese Zellen lösen sich bald mit ihren Kernen völlig vom Pericard los und bilden nunmehr ein gesondertes Zellhäufchen, welches unterhalb des Pericards in die Medianebene zu liegen kommt. Ob noch ein besonderer Ausführgang von aussen her hinzutritt, vermag ich nicht mit Sicherheit zu sagen, da meine ältesten Stadien noch nichts von demselben aufwiesen, sehr lang könnte er jedenfalls nicht sein, da das Genitalsäckchen an beiden Enden bis nahe an die Mantelhöhle heranreicht, genau da, wohin der spätere Ausführgang zu liegen kommt.

Aufgelegte Schriften:

Leopoldina, Heft XXXV, Nr. 6—12; Heft 36, Nr. 1 u. 3.
Mittheilungen des Vereins für Erdkunde in Halle 1899.
Halle 1899.
Deutsche botanische Monatsschrift, XVII, 7—12; XVIII, 1 u. 2.
Verhandlungen der k. k. geologisehen Reichsanstalt 1899, Nr. 9 u. 10; 1900, Nr. 1 u. 2.
Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft, Bd. XX, Heft 2; Bd. XXI, Heft 4; Bd. XXVI, Heft 1.
Frankfurt a. M. 1899.
Jahresberichte des naturwissenschaftlichen Vereins in Elberfeld, Heft 9. Elberfeld 1899.
Notizblatt des Vereins für Erdkunde in Darmstadt IV. Folgeheft 19. Darmstadt 1898.
28. Jahresbericht des Vereins für Naturkunde in Linz.
Linz 1899.
23. Jahresbericht der Gewerbeschule in Bistritz. Bistritz 1898.
Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien. Bd. XXXIX. Wien 1899.
Wissenschaftliche Zeitschrift für Xenologie. Nr. 1 u. 2.
Hamburg 1899.
Zeitschrift für angewandte Mikroskopie. Bd. V, Heft 1.
Weimar 1899.
Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München. Bd. XV, Heft 1 u. 2. München 1899.
Verhandlungen des naturhistorisch-medicinischen Vereins in Heidelberg. N. F. Bd. XI, Heft 2. Heidelberg 1899.
32. Bericht der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Giessen 1897/99.
Bericht der Wetterauischen Gesellschaft in Hanau für 1895 bis 1899. Hanau 1899.
Sitzungsberichte der naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig. Jahrg. 24 u. 25. Leipzig 1899.
Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Bremen. Bd. XVI, Heft 2. Bremen 1899.
44. Bericht des Vereins für Naturkunde in Cassel. Cassel 1899.
Sitzungsberichte und Abhandlungen der „Flora" in Dresden. N. F. 3. Jahrgang. Dresden 1899.
Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrg. 52.
Wiesbaden 1899.
Zeitschrift für Naturwissenschaften, 72, 1—3. Stuttgart 1899.
Jahresbericht des Vereins für Naturkunde zu Zwickau 1898.
Zwickan 1899.
Berichte des naturwissenschaftlich-medicinischen Vereins in Innsbruck. Bd. XXIV. Innsbruck 1899.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 3 **März** **1900**

In der Sitzung vom 6. April 1900 berichtete Herr A. Kossel über die Untersuchungen von A. Kossel und F. Kutscher:

„Ueber die Eiweissstoffe“.

Die aus den Resultaten der Elementaranalyse berechneten Formeln für die Eiweisskörper haben bisher nur wenig Bedeutung für unsere Vorstellungen über ihre Konstitution gewonnen. Um den Bau dieser complicirten chemischen Verbindungen unserm Verständnis nahe zu bringen, ist es erforderlich, nicht Atome, sondern Atomgruppen unserer Betrachtung zu Grunde zu legen. Ein chemisches System der Eiweisskörper kann nur dadurch geschaffen werden, dass wir die gröberen Bruchstücke des Eiweissmoleküls, wie wir sie durch hydrolytische Zersetzung gewinnen, in qualitativer und zugleich in quantitativer Hinsicht erforschen.

Für die systematische Gruppirung ist es eine grosse Erleichterung, wenn man eine dieser Atomgruppen als Grundlage

oder „Kern“ des Moleküls bezeichnen kann, in ähnlicher Weise, wie man den Benzolring als Kern einer grossen Zahl chemischer Verbindungen betrachtet. Als Kern wird man aber nur eine solche Atomgruppe ansehen können, welche allen Eiweisskörpern zukommt und welche überall, wo sie vorkommt, auch einen eiweissähnlichen Character bedingt.

Ich habe in einem früheren Vortrag darauf hingewiesen[1]), dass diejenige Gruppe des Eiweissmoleküls, welche die Hexonbasen: Arginin ($C_6H_{14}N_4O_2$), Histidin ($C_6H_9N_3O_2$) und Lysin ($C_6H_{14}N_2O_2$) enthält, diesen Bedingungen entspricht. Diese Gruppe — ich will sie als „Hexonkern“ bezeichnen — ist allen Eiweisskörpern, soweit sie bisher daraufhin untersucht sind, gefunden worden. Andererseits findet sie sich, wie ich früher nachgewiesen habe, auch in den Protaminen, denen wichtige Eigenschaften der Eiweisskörper zukommen.

Die bisher bekannten Protamine sind nicht, wie ich früher annahm, ausschliesslich aus diesen stickstoffhaltigen Gruppen zusammengesetzt, sondern sie enthalten neben den Hexonbasen in geringerer Menge noch andere stickstoffärmere Atomgruppen, z. B. Amidovaleriansäure;[2]) diese müssen nach obiger Anschauung als an den Hexonkern angefügte „Seitenketten“ betrachtet werden. Der Uebergang der Protamine in die gewöhnlichen Eiweisskörper (im engeren Sinne des Worts) ist nach meiner Auffassung so zu denken, dass diese an den Kern angefügten stickstoffärmeren Seitenketten an Zahl und Mannigfaltigkeit zunehmen.

Um diese Auffassung einer experimentellen Prüfung zu unterziehen, haben Herr Dr. Kutscher und ich eine gemeinschaftliche Untersuchung begonnen, über deren erste Resultate ich heute berichte. Wir haben durch diese Arbeiten vorerst zwei Fragen zu beantworten gesucht.

---

1) Diese Sitzungsberichte, 14. Juli 1897, Seite 56.
2) Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. 26, S. 588.

Die erste Frage betrifft die Natur des Hexonkerns selbst. Meine früheren Arbeiten haben gezeigt, dass den verschiedenen Protaminen nicht der gleiche Hexonkern zu Grunde liegt. Einige derselben wie Clupein, Salmin, Scombrin liefern von den bisher bekannten Basen nur Arginin[1]), das Sturin hingegen ergiebt bei der Spaltung neben dem Arginin noch Histidin und Lysin. Giebt es derartige Unterschiede auch bei den complexen Eiweisskörpern, enthalten die diesen Eiweissarten zu Grunde liegenden Hexonkerne immer alle drei Hexonbasen, ebenso wie der Kern des Sturins?

Die zweite Frage, welche unsere Untersuchungen leitete, war die nach der Menge der basischen Spaltungsprodukte. Aus den quantitativen Bestimmungen muss sich zunächst das Molekularverhältnis zwischen den einzelnen Basen, also zwischen den einzelnen Bestandtheilen des Hexonkerns ergeben, ferner aber auch das quantitative Verhältnis zwischen dem Hexonkern im Ganzen und den übrigen Gruppen des Eiweissmoleküls.

Es ist hier nicht der Ort, auf die von uns benutzten Methoden im Einzelnen einzugehen und ich muss in dieser Hinsicht auf eine in der Zeitschrift für physiologische Chemie erscheinende Publication verweisen. Nur das folgende sei erwähnt: Wir führten die Untersuchungen in der Weise aus, dass wir die zu untersuchende Substanz mit Schwefelsäure oder mit Jodwasserstoffsäure, im letzteren Falle bei Gegenwart eines Reductionsmittels längere Zeit erhitzten und dann eine Reihe von Körpern entfernten, welche bei den weiteren Füllungen hinderlich gewesen wären. Schon Mulder hat darauf hingewiesen, dass bei der hydrolytischen Zerlegung der Eiweisskörper durch Mineralsäuren stickstoffhaltige Stoffe huminartigen Charakters entstehn[2]), später haben solche Stoffe auch

---

1) Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. 26, S. 588.
2) Mulder, Journal für practische Chemie, 21, S. 343. 1840.

den Namen „Melanoidinsäure“ empfangen. Wir haben diese Stoffe, da sie unsere Niederschläge verunreinigen würden, zunächst entfernt, sodann das bei der Zersetzung entstehende Ammoniak bestimmt, dasselbe ebenfalls entfernt und hierauf nach der früher beschriebenen Methode Arginin und Histidin mit Silbernitrat und Baryt ausgefällt. Ein neues von uns ausgearbeitetes Verfahren ermöglichte die Trennung von Histidin und Arginin. Die Menge dieser Basen wurde mit Hülfe der Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl festgestellt, diese Ergebnisse wurden in einzelnen Fällen auf polarimetrischem Wege, häufiger durch Wägung der krystallisirten Salze controllirt. Das Lysin wurde nach früher beschriebener Methode [1]) aus dem Filtrat des Silberniederschlages durch Phosphorwolframsäure gefällt, in das Pikrat übergeführt und dieses nach einmaligem Umkrystallisiren aus wenig Wasser gewogen.

Die folgende Tabelle verzeichnet den wesentlichsten Theil der von uns bisher ausgeführten Versuche. In derselben haben wir im Interesse der Uebersicht verzichtet auf die Wiedergabe der Mengen desjenigen Stickstoffs, welcher in Form der huminartigen Stoffe Mulder's abgespalten wird, wir behalten diese Zahlen, die für die vorliegende Frage nicht direkt in Betracht kommen, der ausführlichen Publication vor.

Nach der nachfolgenden Tabelle lassen sich die untersuchten Stoffe in zwei Gruppen eintheilen, deren erster die einfachsten Eiweisskörper oder Protamine angehören, während die zweite die Eiweisskörper im engeren Sinne enthält. Die Gesammtmenge des Hexonbasen-Stickstoffs beträgt bei ersteren 88,0—67,7%, bei den letzteren 37—6% des Gesammtstickstoffs.

Die Protamine können, wie schon erwähnt, in zwei Gruppen getheilt werden. Die eine wird durch das Sturin gekennzeichnet und enthält alle drei Basen, also einen Trihexonkern. Die Basen stehen hier in dem Molekularverhältniss 1 Molekül Histidin: 4 Mol. Arginin: 1 Mol. Lysin.

---

1) Zeitschrift für physiolog. Chemie, Bd. 26, S. 586.

	Procente des Gesammt-Stickstoffs				Gewichtsprocente				
	Histidin	Arginin	Lysin	Ammoniak	Histidin	Arginin	Lysin	Ammoniak	
Salmin	0	88,0	0	0	0	85,9	0	0	
Clupein	0	84,1	0	0	0	82,8	0	0	Amidovaleriansäure
Cyclopterin	0	67,7	0	Nicht geprüft	0	62,4	0	?	8,3 Proc. Tyrosin
Sturin	11,8	63,4	7,06	0	12,7	57,5	10,7	0	
Histon	1,79	25,19	7,9	7,46	1,21	14,36	7,6	1,66	Histidin nicht durch Analyse geprüft
Leim (Handelsgelatine, lufttrock.)				2,7	vorhanden	6,08	vorhanden	0,47	
Glutencaseïn	2,6	9,0	2,36	13,4	1,56	4,54	2,0	3,64	
Glutenfibrin	2,43	5,75	0	18,78	1,53	3,05	0	3,8	
Mucedin	0,69	5,99	0	20,70	0,43	3,13	0	4,23	
Gliadin	1,89	5,12	0	19,51	1,20	2,75	0	4,1	

	Berechnet	Gefunden
Histidin	12,7	12,7
Arginin	57,0	57,5
Lysin	12,0	10,7

Dies sind die Resultate, welche sich bei Anwendung der verbesserten Methoden zur Bestimmung der Basen, besonders des Lysins ergeben haben. Nach meinen früheren mit unvollkommeneren Methoden ausgeführten Analysenzahlen hatte ich 3 Mol. Arginin und 2 Mol. Lysin angenommen.[1])

Die andere Gruppe der Protamine enthält nur eine Hexonbase und zwar das von E. Schulze entdeckte Arginin. Hier ist also ein „Monohexonkern“ vorhanden. Protamine, welche zwei Basen liefern, also einen „Dihexonkern“ enthalten, sind bisher noch aufgefunden worden.

Ein bemerkenswertes Ergebniss hat die Untersuchung des Cyclopterins eines von Herrn Morkowin im hiesigen Laboratorium in den Testikeln von Cyclopterus lumpus aufgefundenen Protamins[2]), geliefert. Hier konnten wir als eine an den Hexonkern angefügte Gruppe das Tyrosin feststellen,[3]) also eine Atomgruppe, die unter den Spaltungsproducten der complexen Eiweisskörper ausserordentlich häufig, wenn nicht regelmässig auftritt. Demgemäss giebt das Cyclopterin nicht allein die Biuretreaction, sondern auch die Millon'sche Reaction, es ist trotzdem ein echtes Protamin. Man wird offenbar bei näherer Untersuchung dieser Körpergruppe noch eine grosse Mannigfaltigkeit in den angefügten Seitengruppen und weitere Uebergänge zu den complexen Eiweisskörpern auffinden.

---

1) Diese Sitzungsberichte, 16. März 1898.

2) Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. 28 S. 313.

3) Das aus dem Cyclopterin dargestellte Tyrosin wurde durch seine Reactionen, Löslichkeitsverhältnisse, und durch eine Stickstoffbestimmung als solches characterisirt:

Stickstoff gefunden:	Stickstoff berechnet:
Procente 7,75	für Tyrosin 7,60

Unter den Eiweisskörpern im engeren Sinne des Worts zeichnen sich die Histone durch ihren Reichthum an Basenstickstoff aus. Hierdurch ist diese Eiweissgruppe, die ich im Jahre 1883 auf Grund ihrer äusseren Eigenschaften charakterisierte[1]) und deren Aufstellung damals auf den heftigsten Widerspruch stiess, scharf gekennzeichnet, schärfer noch als dies durch Fällungsreactionen geschehen kann. Die Beziehung der Histone zu den übrigen Eiweissstoffen findet auch in folgender Zusammenstellung einen Ausdruck.

	Procente des Gesammt-Stickstoffs		Spaltungs-Verfahren
	Stickstoff des Silberniederschlags	Stickstoff des Ammoniaks	
Histon	30,7—35,5	4—7,5	4 Versuche, z. Th. Schwefelsäure z. Th. Salzsäure
Fibrinpepton	20	10	Salzsäure 72 Stunden
Eieralbumin	18,7	11	Salzsäure
Caseïn	14,6	9,1	Schwefelsäure
Caseïn	16,4	12,9	Salzsäure
Parahiston[2])	11,7	Nicht bestimmt	

Bei diesen Versuchen sind die Eiweisskörper zunächst mit Hülfe einer Mineralsäure zerlegt, sodann ist nach Ausfällung der Huminsubstanzen und Abtreibung des Ammoniaks in der früher beschriebenen Weise ein Silberniederschlag erzeugt worden,

1) Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. VIII S. 511.

2) Nach einem Versuch des Herrn A. Ascoli. Hiernach gehört das Parahiston Fleroff's nicht zur Histongruppe.

welcher Histidin und Arginin enthält. Der Stickstoffgehalt dieses Niederschlages kann nicht als Ausdruck der Summe von Arginin Histidin betrachtet werden, denn eine genauere Untersuchung überzeugte uns davon, dass etwa 15 Procent des Stickstoffgehalts dieses Silberniederschlags auf andere mitgefällte Stoffe zu beziehen sind. Wohl aber kann man den Stickstoff dieses Niederschlages zu einer vergleichenden Betrachtung benutzen und dann ergiebt sich dasselbe Resultat, welches schon aus der ersten Tabelle hervorgeht: Die Masse des Protaminkerns, oder besser gesagt: des Hexonkerns ist in den Histonen eine grössere als in den übrigen Eiweisskörpern.

Das Verhältniss dieser Körper zu den übrigen Eiweissstoffen kann in zwiefacher Weise aufgefasst werden. Entweder kann man sich vorstellen, dass die Anzahl der an den Kern angefügten Seitengruppen eine geringere ist, als bei den übrigen Eiweissarten oder man kann sich die Histon durch die nachträgliche Anfügung eines an Arginin und Lysinreichen Protamins an einen fertigen Eiweissstoff entstanden denken.[1]) Welche dieser beiden Anschauungen die zutreffende ist, lässt sich heute noch nicht entscheiden.

Unter den übrigen Eiweisskörpern haben wir auch diejenigen des Weizenklebers mit in das Bereich unserer Betrachtungen gezogen, da wir in dem alkohollöslichen Theil derselben besonders einfache Eiweissstoffe voraussetzten. Dieselben wurden nach dem Verfahren von Ritthausen dargestellt.[2]) Die Versuche führen zu dem wichtigen Ergebniss, dass im Mucedin, Glutenfibrin und Gliadin das Lysin mit Hülfe der Pikrinsäure-Methode nicht nachgewiesen werden kann. Diese enthalten also abweichend von den übrigen Eiweisskörpern einen „Dihexonkern“ und gehören demgemäss in eine besondere Gruppe der Eiweissstoffe. Es ergiebt

---

1) A. Kossel, Ueber die Lymphzellen. Deutsche medicinische Wochenschrift. 1894 No. 7.

2) Ritthausen, Die Eiweissstoffe der Getreidearten, Hülsenfrüchte, usw. Bonn 1872.

sich somit, dass die Arbeiten von Morishima[1]), welcher die Eintheilung der Weizenkleber-Proteinstoffe nach Ritthausen verwarf und zu dem Ergebniss kam, dass im Weizenmehl nur ein Eiweissstoff, das „Artolin“, enthalten sei, auf einem Irrthum beruhen.[2]) Nach unseren Spaltungsversuchen müssen im Weizenkleber mindestens zwei ihrer Constitution nach verchiedene Eiweissarten vorhanden sein, das Glutencaseïn einerseits und die alkohollöslichen Proteinstoffe andererseits.

Diese Thatsache eröffnet neue Fragen auf dem Gebiete der Ernährungslehre. Man wird die Rolle der lysinfreien Proteïnstoffe im Stoffwechsel untersuchen müssen, um festzustellen, ob diese beiden verschiedenartigen Bestandtheile unseres Brotes die gleiche oder verschiedene Bedeutung für Ansatz und Umsatz besitzen. Jedenfalls stehen diese Stoffe hinsichtlich ihrer Zusammensetzung in einem gewissen Gegensatz zu den Histonen, insofern in ihnen die Masse des Hexonkerns eine geringe, hingegen die Ammoniakmenge eine ausserordentlich hohe ist.

Während diesen Stoffen das Lysin fehlt, sind beim Spongin die Versuche zur Darstellung des Histidins fehlgeschlagen. Die übrigen bisher untersuchten Eiweissstoffe: Fibrin, Fibrinpepton (Deuteroalbumose), Caseïn, Leim und Elastin enthielten die drei Basen nebeneinander. Bereits Hedin,[3]) dem wir wichtige Aufschlüsse über die Entstehung von Basen aus Eiweiss verdanken, hat Bestimmungen des Arginins in Eiweisskörpern ausgeführt, die entsprechend den damals angewandten Methoden niedrigere Werthe ergaben.

Fassen wir die Ergebnisse unserer Untersuchungen, soweit sie das System der Eiweisskörper betreffen, in einer Tabelle zusammen, so lassen sich die untersuchten Eiweissstoffe in folgendes Schema einordnen:

---

1) Arch. f. experimentelle Pathol. u. Pharmakologie, Bd. 41, S. 291.
2) Vgl. Journal für practische Chemie, [2] 50, 474.
3) Diese Zeitschrift, Bd. 21, S. 155.

	Monohexonkern (Arginin)	Dihexonkern	Trihexonkern
Protamine	a) tyrosinfrei: Salmin Clupeïn Scombrin b) tyrosinhaltig: Cyclopterin	Nicht bekannt	Sturin (tyrosinfrei)
Complexe Eiweissstoffe	Nicht bekannt	a) Arginin und Histidin: Glutenfibrin Mucedin Gliadin b) Arginin und Lysin Spongin (?)	Histon [1]) (?) Caseïn Fibrin Fibrinpepton Glutencaseïn Leim Elastin

---

In derselben Sitzung vom 6. April 1900 sprach Herr A. Kossel über:

Untersuchungen des Herrn Dr. Goto über die Lösung der Harnsäure durch Nucleïnsäure.

Die Ausscheidung der Harnsäure in den Geweben und ihre Auflösung ist bisher wesentlich von zwei verschiedenen Gesichtspunkten aus beurtheilt worden: erstens hat man die directe Einwirkung der zelligen Elemente in Erwägung gezogen und zweitens die chemische Beschaffenheit der Körperflüssigkeiten. Als den bei der Lösung wirksamen Factor hat man die Alkalescenz angesehen. Die Untersuchungen, über welche ich berichten möchte, zeigen, dass dem Organismus für diesen Zweck ausser der Alkalescenz noch ein zweites Mittel zu Gebote steht, indem

1) Histidin ist beim Histon noch nicht sicher nachgewiesen.

gewisse Zellbestandtheile auch unabhängig von der Gegenwart der Alkalien, selbst bei saurer Reaction der Flüssigkeit, eine gewisse Menge Harnsäure in Lösung halten können.

Ehe ich die Untersuchungen selbst anführe, sei es mir gestattet einige Worte zu sagen über die Erwägungen, die mich veranlasst haben, Herrn Dr. Goto diese Versuche vorzuschlagen. Schon vor längerer Zeit machte ich die Beobachtung, dass die Nucleïnsäure im Stande ist, sich mit einer gewissen Menge Purinbasen zu verbinden[1]). Fügt man zu einer Nucleïnsäurelösung eine kleine Menge Adenin oder Hypoxanthin oder eine andere dieser Basen hinzu, so werden die Basen durch die Nucleïnsäure in einen Zustand übergeführt, in dem sie gewisse Fällungsreactionen, die ihnen im freien Zustand zukommen, eingebüsst haben, sie sind z. B. durch ammoniakalische Silberlösung nicht mehr fällbar. Nachdem ich sodann in Gemeinschaft mit Herrn A. Neumann durch Abspaltung der Nucleïnbasen aus der Nucleïnsäure die Thyminsäure gewonnen hatte, fanden wir die gleiche Eigenschaft bei der Thyminsäure wieder[2]). Schmiedeberg hat versucht, meine früheren Beobachtungen fortzusetzen und glaubt, dieser Reaction einen Formel-Ausdruck geben zu können [3]).

Bei den engen chemischen Beziehungen, die zwischen den Basen der Puringruppe und der Harnsäure vorhanden sind, lag es nahe, auch diese auf ihre Verbindungsfähigkeit mit Nucleïnsäure und Thyminsäure zu prüfen. Die folgenden Untersuchungen zeigen, dass eine Vereinigung zwischen beiden Körpern in der That existirt. Diese ist zwar sehr locker, aber immerhin im Stande, die Löslichkeitsverhältnisse der Harnsäure zu verändern.

---

1) E. du Bois-Reymonds Archiv für Physiologie 1893, S. 164. Anm.

2) Zeitschrift für physiolog. Chemie, Bd. 22, S. 81.

1) Arch. für experiment. Pathologie u. Pharmakologie Bd. 43, S. 73. Die Formel ist folgende:

$$4(C_{40}H_{50}Cu_3N_{14}O_{16},\ 2P_2O_5 + 2H_2O) + (C_{40}H_{48}Cu_4N_{14}O_{16},\ 2P_2O_5 + 2H_2O) + 2\tfrac{1}{2}(C_5H_5N_5) + 2(C_5H_5N_5O).$$

Das Ergebniss der Untersuchungen des Herrn Dr. Goto ist am besten aus folgenden zwei Versuchsreihen zu entnehmen. In der ersten Versuchsreihe wurden je 0,05 gr. Harnsäure in drei Versuchen in Wasser unter Zusatz von möglichst wenig Natronlauge gelöst und jede Lösung auf 50 Cc aufgefüllt. Zu einer dieser Lösungen wurde thyminsaures Natron hinzugefügt, welches durch Doppelzersetzung aus 0,5 gr. thyminsaurem Baryt [1]) gewonnen war, zu einer zweiten Lösung 0,5 gr. Witte-Pepton,

Fällung der Harnsäure durch Salzsäure.

50 Ccm Wasser, 1 Cc conc. Salzsäure.

Zusatz	Angewandte Harnsäure-menge	Zeit, bis zur Filtration des Niederschlages Stunden	Aus-geschiedene Harnsäure	In Lösung gebliebene Harnsäure in Procenten der Gesammt-menge
Thyminsaures Natron	0,05	24	0,0012	97,6
Witte-Pepton, 0,5 grm	0,05	24	0,0345	31,0
Ohne Zusatz	0,05	24	0,0380	24,0
Thyminsaures Natron	0,2	96	0,0996	50,2
Witte-Pepton	0,2	96	0,1756	12,2
Ohne Zusatz	0,2	96	0,1860	7,0

eine dritte blieb ohne Zusatz. Sodann wurden alle drei Lösungen mit je einem Ccm concentrirter Salzsäure gefällt. Nach 24 Stunden wurde der Niederschlag auf gewogenem Filter gesammelt und gewogen. Ein gleicher Versuch wurde mit 0,2 gr. Harnsäure angestellt. Es ergiebt sich, dass die Thyminsäure im Stande ist, eine nicht unbeträchtliche Menge Harnsäure in Lösung zu halten.

In der zweiten Versuchsreihe wurde nicht Salzsäure, sondern Kohlensäure zur Ausfällung benutzt. Das ausgeschiedene saure harnsaure Natron wurde wiederum in wenig Natronlauge gelöst

1) A. Kossel und A. Neumann, Zeitschr. für physiolog. Chemie, Bd. 22, S. 74.

und mit Salzsäure gefällt. Dieser Versuch kommt den im thierischen Organismus vorhandenen Bedingungen näher. Hier wurde nicht Thyminsäure, sondern die Nucleïnsäure selbst benutzt und hier handelte es sich nicht um das Lösungsvermögen der Nucleïnsäure für freie Harnsäure, sondern für saures harnsaures Natron, wie es bekanntlich in den gichtischen Ablagerungen vorhanden ist. Die Versuche zeigen, dass auch in diesem Falle das Lösungsvermögen ein beträchtliches ist.

Fällung der Harnsäure durch Kohlensäure.

(100 Cc Wasser, eine Stunde Durchleitung der Kohlensäure).

	Zusatz	Angewandte Harnsäure-Menge in grm	Zeit bis zur Filtration des Natriumurats. Stunden	Ausgeschiedene Harnsäure in grm	In Lösung gebliebene Harnsäure in Procenten der Gesammt-Harnsäure.
Versuch I	Nucleïnsaures Natron aus Hefe 0,25 gr	0,2	72	0,009	95,5
	Nucleïnsäure aus Thymus 0,25 gr	”	”	0	100,0
	Ohne Zusatz	”	”	0,0818	59,1
Vers. II	Nucleïnsaures Natron aus Hefe 0,5 gr	0,4	48	0,1315	67,1
	Nucleïnsäure aus Thymus 0,5 gr	”	”	0,0004	99,9
	Ohne Zusatz	”	”	0,2868	28,3
Vers. III	Nucleïnsaures Natron aus Hefe 0,5 gr	0,6	”	0,3177	47,1
	Nucleïnsäure aus Thymus 0,5 gr	”	”	0,1971	67,2
	Ohne Zusatz	”	”	0,5064	15,6

Ist das Verhältniss zwischen der Nucleïnsäure oder Thyminsäure einerseits und der Harnsäure andererseits ein günstiges, so wird die Ausscheidung der Harnsäure, falls sie überhaupt eintritt, erheblich verzögert. Die Ammoniakfällung der Harnsäure hingegen wird, wie ausführliche Versuche des Herrn

Dr. Goto gezeigt haben, durch Nucleïnsäure und Thyminsäure nicht in bemerkbarer Weise beeinflusst.

Diese Versuche stellen in der Nucleïnsäure einen harnsäurelösenden Factor fest, welcher in den Geweben stets zu Gebote steht. In wiefern dieser Factor bei den complicirten Verhältnissen des Körpers zur Wirkung kommt, das ist eine weitere, bisher nicht gelöste Frage. Vor Allem werden sich weitere Untersuchungen mit der Möglichkeit beschäftigen müssen, ob dieser Factor auch in therapeutischer Hinsicht zu verwerthen ist. Hier würde zunächst nicht die Nucleïnsäure in Betracht kommen, sondern die Thyminsäure. Erstere ist eben ein mit den Körpern der Puringruppe bereits beladener Atomcomplex; um diese vielleicht selbst Harnsäure bildenden, also schädlichen, Gruppen zu entfernen, ist es nöthig, sie vorher von den locker gebundenen Basen zu befreien, mit anderen Worten, sie in die Thyminsäure überzuführen. Man würde in der Thyminsäure dem Organismus eine Atomgruppe zuführen, welche nicht nur die Basen der Harnsäuregruppe, sondern auch die Harnsäure selbst bindet und in Lösung hält. —

In derselben Sitzung vom 6. April 1900 machte Herr E. Hess eine Mitteilung:

Ueber die unilineare Lage zweier Tetraeder und eine Verallgemeinerung des Desargues'schen Satzes.

Die besonderen Lagen zweier Tetraeder, wie die ein- und mehrfach perspective, die hyperboloidische Lage, ferner diejenige

zweier einander zugleich um- und eingeschriebenen (der s. g. Möbius'schen) Tetraeder sind schon vielfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Dagegen ist diejenige besondere Lage, welche aus der allgemeinsten Lage, für welche die vier Verbindungslinien der entsprechenden Eckpunkte und ebenso die vier Schnittlinien der entsprechenden Seitenflächen von je zwei Geraden geschnitten werden, dadurch resultiert, dass diese beiden Geradenpaare je in eine Gerade zusammenfallen, soviel mir bekannt ist, noch nicht genauer betrachtet worden.

Man kann diese besondere Lage von vier Geraden im Raume und entsprechend von zwei Tetraedern als unilineare Lage bezeichnen, während die allgemeinste Lage die bilineare genannt werden könnte. Die hyperboloidische Lage entspricht dem Falle, dass es eine einfache, die perspective Lage dem Falle, dass es eine zweifache Unendlichkeit von Geraden giebt, welche die vier Verbindungs- bezw. Schnitt-Geraden zugleich schneiden. Die unilineare Lage von vier Geraden lässt sich auch so charakterisieren, dass das durch je drei der Geraden bestimmte einschalige Hyperboloid die vierte Gerade zur Tangente hat.

Für zwei Tetraeder in unilinearer Lage gilt nun der folgende Satz, welcher als eine Verallgemeinerung des Desargues'schen Satzes für den Raum bezeichnet werden kann.[1])

Satz. Wenn zwei Tetraeder eine solche Lage haben, dass die vier Verbindungslinien der entsprechenden Eckpunkte von nur einer (d. h. zwei zusammenfallenden) Geraden q geschnitten werden, dann werden auch die vier Schnittlinien der

---

1) J. Vályi hat (Monatshefte f. Math. u. Phys. IV. 1893. S. 121—134) für zwei Tetraeder in hyperboloidischer (speciell zweiwinkliger) und in perspectiver Lage das räumliche Analogon des Desargues'schen Satzes für die Ebene behandelt.

entsprechenden Seitenflächen von nur einer (d. h. zwei zusammenfallenden) Geraden r geschnitten — und umgekehrt. **Oder:** Die unilineare Lage zweier Tetraeder in Beziehung auf die vier Verbindungslinien der Eckpunkte bedingt die unilineare Lage in Beziehung auf die vier Schnittlinien der Seitenflächen — und umgekehrt.

Zusatz. Der Punktwurf aus den vier Durchstossungspunkten der Geraden q mit den Seitenflächen des einen Tetraeders ist projectiv zu dem entsprechenden Ebenenwurf aus den Verbindungsebenen der Geraden r mit den Eckpunkten des anderen Tetraeders.

Der Beweis dieses Satzes soll im folgenden analytisch geführt werden, wobei eins der beiden Tetraeder als Coordinatentetraeder eines tetrametrischen Systems angenommen wird und die Geraden durch Plücker'sche Liniencoordinaten in Bezug auf dies System dargestellt werden. Der Zusatz ergiebt sich alsdann ohne weiteres bei Benutzung eines bekannten v. Staudt'schen Satzes.[1])

§ 1. Beweis eines Hilfssatzes.

Hilfssatz. a) Die Verbindungslinien der vier Durchstossungspunkte, in welchen eine Gerade q die vier Seitenflächen eines Tetraeders T trifft, mit den gegenüberliegenden Eckpunkten sind vier Gerade in unilinearer Lage.

---

1) v. Staudt. Beiträge zur Geometrie der Lage No. 35.

b) **Dual**: Die Schnittlinien der vier Ebenen, welche eine Gerade r mit den vier Eckpunkten eines Tetraeders T verbinden, mit den gegenüberliegenden Seitenflächen sind in unilinearer Lage.

Der Beweis von a) [und analog von b)] ist geführt, wenn gezeigt wird, dass die Bestimmung je zweier Liniencoordinaten der beiden Geraden, welche die vier bezeichneten Geraden treffen, auf eine quadratische Gleichung von verschwindender Discriminante führt.

Für das Tetraeder T als Coordinatentetraeder habeu die Eckpunkte $\mathfrak{a}_1, \mathfrak{a}_2, \mathfrak{a}_3, \mathfrak{a}_4$ und die Seitenflächen $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ die folgenden Punkt-, bezw. Ebenen-Coordinaten:

$$\left.\begin{matrix} \mathfrak{a}_1 \cdots & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \mathfrak{a}_2 \cdots & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \mathfrak{a}_3 \cdots & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \mathfrak{a}_4 \cdots & 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix}\right\} \cdots (1\,\alpha) \qquad \left.\begin{matrix} \alpha_1 \cdots & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_2 \cdots & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \alpha_3 \cdots & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \alpha_4 \cdots & 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix}\right\} \cdots (1\,\beta)$$

Die Plücker'schen Strahlencoordinaten der Geraden q seien q_{ik}, nämlich

$$\begin{Bmatrix} q_{12} & q_{13} & q_{14} \\ q_{34} & q_{42} & q_{23} \end{Bmatrix} \cdots (2),$$

wobei

$$q_{ik} + q_{ki} = 0 \cdots (2\alpha), \quad q_{12}\,q_{34} + q_{13}\,q_{42} + q_{14}\,q_{23} = 0 \cdots (2\beta)$$

ist.

Alsdann sind die Coordinaten der Durchstossungspunkte der Geraden q mit den Seitenflächen, nämlich der Punkte $\mathfrak{c}_i = (q, \alpha_i)$ folgende:

$$\left.\begin{matrix} \mathfrak{c}_1 \cdots (q, \alpha_1) \cdots & 0 & q_{12} & q_{13} & q_{14} \\ \mathfrak{c}_2 \cdots (q, \alpha_2) \cdots & q_{12} & 0 & q_{32} & q_{42} \\ \mathfrak{c}_3 \cdots (q, \alpha_3) \cdots & q_{13} & q_{23} & 0 & q_{43} \\ \mathfrak{c}_4 \cdots (q, \alpha_4) \cdots & q_{14} & q_{24} & q_{34} & 0 \end{matrix}\right\} \cdots (3)$$

Die vier Verbindungslinien $|\mathfrak{a}_i\,\mathfrak{c}_i|$ der Punkte $\mathfrak{c}^i$ mit den gegenüberliegenden Eckpunkten $\mathfrak{a}_i$ von T haben die folgenden Liniencoordinaten:

$$|\mathfrak{a}_1\,\mathfrak{c}_1| \cdots \begin{Bmatrix} q_{12} & q_{13} & q_{14} \\ 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix} \cdots (4\,\alpha)$$

$$|\mathfrak{a}_2\,\mathfrak{c}_2| \cdots \begin{Bmatrix} q_{12} & 0 & 0 \\ 0 & q_{42} & q_{23} \end{Bmatrix} \cdots (4\,\beta)$$

$$|\mathfrak{a}_3\, \mathfrak{c}_3| \ldots \begin{Bmatrix} 0 & q_{13} & 0 \\ q_{34} & 0 & q_{23} \end{Bmatrix} \cdots (4\gamma)$$

$$|\mathfrak{a}_4\, \mathfrak{c}_4| \ldots \begin{Bmatrix} 0 & 0 & q_{14} \\ q_{34} & q_{42} & 0 \end{Bmatrix} \cdots (4\delta).$$

Zu der Bestimmung der Liniencoordinaten s_{ik} der Geraden welche diese vier Geraden zugleich schneiden, erhält man die vier Gleichungen (5):

$$\left.\begin{aligned} 0 \cdot s_{12} + 0 \cdot s_{13} + 0 \cdot s_{14} + q_{12} \cdot s_{34} + q_{13} \cdot s_{42} + q_{14} \cdot s_{23} &= 0 \\ 0 \cdot s_{12} + q_{42} \cdot s_{13} + q_{23} \cdot s_{14} + q_{12} \cdot s_{34} + 0 \cdot s_{42} + 0 \cdot s_{23} &= 0 \\ q_{34} \cdot s_{12} + 0 \cdot s_{13} + q_{23} \cdot s_{14} + 0 \cdot s_{34} + q_{13} \cdot s_{42} + 0 \cdot s_{23} &= 0 \\ q_{34} \cdot s_{12} + q_{42} \cdot s_{13} + 0 \cdot s_{14} + 0 \cdot s_{34} + 0 \cdot s_{42} + q_{14} \cdot s_{23} &= 0 \end{aligned}\right\} \cdots (5),$$

zu welchen die Gleichung:

$$s_{12}\, s_{34} + s_{13}\, s_{42} + s_{14}\, s_{23} = 0 \ \ldots (5\,\alpha)$$

hinzutritt.

Die Auflösung der Gleichungen (5) ergiebt, wenn z. B. s_{12}, s_{13}, s_{14}, s_{34} als Unbekannte betrachtet werden:

$$-\,q_{34}\, s_{12} = -\,q_{12}\, s_{34} = q_{13}\, s_{42} + q_{14}\, s_{23} \cdots (6\,\alpha)$$

$$s_{13} = \frac{q_{13}}{q_{42}}\, s_{42} \cdots (6\,\beta)$$

$$s_{14} = \frac{q_{14}}{q_{23}}\, s_{23} \cdots (6\,\gamma).$$

Durch Einsetzen dieser Werte in $(5\,\alpha)$ erhält man

$$\frac{(q_{13}\, s_{42} + q_{14}\, s_{23})^2}{q_{12}\, q_{34}} + \frac{q_{13}}{q_{42}}\, s_{42}{}^2 + \frac{q_{14}}{q_{23}}\, s_{23}{}^2 = 0 \cdots (7)$$

oder mit Rücksicht auf $(2\,\beta)$:

$$(q_{23}\, s_{42} - q_{42}\, s_{23})^2 = 0 \cdots (7\,\alpha)$$

Also liefert die quadratische Gleichung nur den e i n e n Wert:

$$\frac{s_{42}}{s_{23}} = \frac{q_{42}}{q_{23}} \cdots (7\,\beta),$$

aus welchem in Verbindung mit $(6\,\alpha)$, $(6\,\beta)$, $(6\,\gamma)$, nämlich mit:

$$\frac{s_{12}}{s_{34}} = \frac{q_{12}}{q_{34}}, \quad \frac{s_{13}}{s_{42}} = \frac{q_{13}}{q_{42}}, \quad \frac{s_{14}}{s_{23}} = \frac{q_{14}}{q_{23}}$$

folgt:

$$s_{12} : s_{13} : s_{14} : s_{34} : s_{42} : s_{23} = q_{12} : q_{13} : q_{14} : q_{34} : q_{42} : q_{23} \cdots (8)$$

oder:

$$s_{ik} = \varrho \cdot q_{ik} \cdots (8\,\alpha)$$

d. h. es giebt nur e i n e, mit q identische Gerade s, welche die vier Geraden (4 α) $\cdots$ (4 δ) zugleich schneidet.

Analog ist der Beweis des dualen Hilfssatzes b) zu führen.

§ 2. Beweis des Hauptsatzes.

Wenn man auf jeder der vier Geraden $|\mathfrak{a}_i \mathfrak{c}_i|$, der Verbindungslinie je eines Durchstossungspunktes $\mathfrak{c}_i$, in welchem eine Gerade q die Seitenfläche α_i eines Tetraeders T trifft, mit dem gegenüberliegenden Eckpunkte $\mathfrak{a}_i$, einen Punkt $\mathfrak{a}'_i$ annimmt, so erhält man ein zweites Tetraeder T', welches zufolge des Hilfssatzes § 1 hinsichtlich der Verbindungslinien der entsprechenden Eckpunkte in u n i l i n e a r e r Lage mit dem Tetraeder T ist. Es ist also noch zu zeigen, dass auch die vier Schnittlinien $|\alpha_i \alpha'_i|$ der entsprechenden Seitenflächen der beiden Tetraeder T und T' sich in unilinearer Lage befinden.

Die Coordinaten der Punkte $\mathfrak{a}'_i$ sind, da $\mathfrak{a}'_i$ auf $|\mathfrak{a}_i \mathfrak{c}_i|$ liegt, in folgender Form [vgl. Gleichungen (3) und (4 α) $\cdots$ (4 δ)] darstellbar:

$$\left.\begin{array}{llllll} \mathfrak{a}_1' & \cdots & \mu_1 & q_{12} & q_{13} & q_{14} \\ \mathfrak{a}_2' & \cdots & q_{12} & \mu_2 & q_{32} & q_{42} \\ \mathfrak{a}_3' & \cdots & q_{13} & q_{23} & \mu_3 & q_{43} \\ \mathfrak{a}_4' & \cdots & q_{14} & q_{24} & q_{34} & \mu_4 \end{array}\right\} \cdots (9),$$

wobei μ_1, μ_2, μ_3, μ_4 Parameter bedeuten.

Die Coordinaten der vier Seitenflächen α_i' seien:

$$\left.\begin{array}{llllll} \alpha_1' & \cdots & \beta_{11} & \beta_{12} & \beta_{13} & \beta_{14} \\ \alpha_2' & \cdots & \beta_{21} & \beta_{22} & \beta_{23} & \beta_{24} \\ \alpha_3' & \cdots & \beta_{31} & \beta_{32} & \beta_{33} & \beta_{34} \\ \alpha_4' & \cdots & \beta_{41} & \beta_{42} & \beta_{43} & \beta_{44} \end{array}\right\} \cdots (10),$$

sodass für die P l ü c k e r'schen Liniencoordinaten der Schnittlinien $|\alpha_i \alpha_i'|$ die folgenden Werte resultieren:

$$|\alpha_1 \; \alpha_1'| \cdots \left\{\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ \beta_{12} & \beta_{13} & \beta_{14} \end{matrix}\right\} \cdots (11\,\alpha)$$

$$|\alpha_2 \; \alpha_2'| \cdots \left\{\begin{matrix} 0 & \beta_{24} & -\beta_{23} \\ \beta_{21} & 0 & 0 \end{matrix}\right\} \cdots (11\,\beta)$$

$$|\alpha_3 \; \alpha_3'| \cdots \left\{\begin{matrix} -\beta_{34} & 0 & \beta_{32} \\ 0 & \beta_{31} & 0 \end{matrix}\right\} \cdots (11\,\gamma)$$

$$|\alpha_4 \; \alpha_4'| \cdots \left\{\begin{matrix} \beta_{41} & -\beta_{42} & 0 \\ 0 & 0 & \beta_{41} \end{matrix}\right\} \cdots (11\,\delta)$$

Für die Bestimmung der Plücker'schen Coordinaten r_{ik} der beiden Geraden r, welche diese vier Geraden zugleich schneiden, erhält man die 4 Gleichungen (12):

$$\left.\begin{array}{l} \beta_{12} \cdot r_{12} + \beta_{13} \cdot r_{13} + \beta_{14} \cdot r_{14} + 0 \cdot r_{34} + 0 \cdot r_{42} + 0 \cdot r_{23} = 0 \\ \beta_{21} \cdot r_{12} + 0 \cdot r_{13} + 0 \cdot r_{14} + 0 \cdot r_{34} + \beta_{24} \cdot r_{42} - \beta_{23} \cdot r_{23} = 0 \\ 0 \cdot r_{12} + \beta_{31} \cdot r_{13} + 0 \cdot r_{14} - \beta_{34} \cdot r_{34} + 0 \cdot r_{42} + \beta_{32} \cdot r_{23} = 0 \\ 0 \cdot r_{12} + 0 \cdot r_{13} + \beta_{41} \cdot r_{14} + \beta_{43} \cdot r_{34} - \beta_{42} \cdot r_{42} + 0 \cdot r_{23} = 0 \end{array}\right\} (12),$$

in Verbindung mit

$$r_{12}\, r_{34} + r_{13}\, r_{42} + r_{14}\, r_{23} = 0 \cdot \cdot \cdot (12\,\alpha)$$

Drückt man z. B. $r_{12}, r_{34}, r_{13}, r_{42}$ aus (12) durch r_{14} und r_{23} aus, so folgt, da

$$\Delta' = \begin{vmatrix} \beta_{12} & \beta_{13} & 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 & 0 & \beta_{24} \\ 0 & \beta_{31} & -\beta_{34} & 0 \\ 0 & 0 & \beta_{43} & -\beta_{42} \end{vmatrix} \left.\begin{array}{l} = \beta_{12}\, \beta_{24}\, \beta_{31}\, \beta_{43} \\ - \beta_{21}\, \beta_{42}\, \beta_{13}\, \beta_{34} \end{array}\right\} \cdot \cdot \cdot (13)$$

wird, und wenn zur Abkürzung:

$$B_{11}^{(0)} = \begin{vmatrix} 0 & \beta_{23} & \beta_{24} \\ \beta_{32} & 0 & \beta_{34} \\ \beta_{42} & \beta_{43} & 0 \end{vmatrix} = \beta_{23}\, \beta_{34}\, \beta_{42} - \beta_{32}\, \beta_{43}\, \beta_{42} \cdot \cdot \cdot (14\,\alpha)$$

$$B_{22}^{(0)} = \begin{vmatrix} 0 & \beta_{13} & \beta_{14} \\ \beta_{21} & 0 & \beta_{34} \\ \beta_{41} & \beta_{43} & 0 \end{vmatrix} = \beta_{13}\, \beta_{34}\, \beta_{41} - \beta_{31}\, \beta_{43}\, \beta_{14} \cdot \cdot \cdot (14\,\beta)$$

$$B_{33}^{(0)} = \begin{vmatrix} 0 & \beta_{12} & \beta_{14} \\ \beta_{21} & 0 & \beta_{24} \\ \beta_{41} & \beta_{42} & 0 \end{vmatrix} = \beta_{12}\, \beta_{24}\, \beta_{41} - \beta_{21}\, \beta_{42}\, \beta_{14} \cdot \cdot \cdot (14\,\gamma)$$

$$B_{44}^{(0)} = \begin{vmatrix} 0 & \beta_{12} & \beta_{13} \\ \beta_{21} & 0 & \beta_{23} \\ \beta_{31} & \beta_{32} & 0 \end{vmatrix} = \beta_{12}\, \beta_{23}\, \beta_{31} - \beta_{21}\, \beta_{32}\, \beta_{13} \cdot \cdot \cdot (14\,\delta)$$

gesetzt wird,

$$\left.\begin{array}{l} \Delta' \cdot r_{12} = \beta_{24} \cdot B_{22}^{(0)} \cdot r_{14} - \beta_{13} \cdot B_{11}^{(0)} \cdot r_{23} \\ \Delta' \cdot r_{34} = -\beta_{31} \cdot B_{33}^{(0)} \cdot r_{14} + \beta_{42} \cdot B_{44}^{(0)} \cdot r_{23} \\ \Delta' \cdot r_{13} = -\beta_{34} \cdot B_{33}^{(0)} \cdot r_{14} + \beta_{12} \cdot B_{11}^{(0)} \cdot r_{23} \\ \Delta' \cdot r_{42} = -\beta_{21} \cdot B_{22}^{(0)} \cdot r_{14} + \beta_{43} \cdot B_{44}^{(0)} \cdot r_{23} \end{array}\right\} \cdot \cdot \cdot (15)$$

Werden diese Werte für $r_{12}, r_{34}, r_{13}, r_{42}$ in die Gleichung (12 α) eingesetzt, so resultiert die quadratische Gleichung:

$$\mathfrak{A}_{14}\, r^2_{14} + \mathfrak{B}\, r_{14}\, r_{23} + \mathfrak{A}_{23}\, r^2_{23} = 0 \cdot \cdot \cdot (16),$$

in welcher

$$\mathfrak{A}_{14} = (\beta_{34}\,\beta_{21} - \beta_{31}\,\beta_{24})\,B_{22}^{(0)}\,B_{33}^{(0)} \ldots \quad (17\,\alpha)$$

$$\mathfrak{A}_{23} = (\beta_{43}\,\beta_{12} - \beta_{13}\,\beta_{42})\,B_{11}^{(0)}\,B_{44}^{(0)} \ldots \quad (17\,\beta)$$

$$\mathfrak{B} = \begin{array}{l} \beta_{13}\,\beta_{31}\,B_{11}^{(0)}\,B_{33}^{(0)} + \beta_{24}\,\beta_{42}\,B_{22}^{(0)}\,B_{44}^{(0)} \\ -\beta_{12}\,\beta_{21}\,B_{11}^{(0)}\,B_{22}^{(0)} - \beta_{34}\,\beta_{43}\,B_{33}^{(0)}\,B_{44}^{(0)} \end{array} + \Delta'^2 \ldots \quad (17\,\gamma)$$

ist.

Die Bedingung, dass die Discriminante der quadratischen Gleichung (16) für $\frac{r_{14}}{r_{23}}$ verschwindet, d. h. dass die beiden Geraden r in eine zusammenfallen, ist:

$$\mathfrak{B}^2 - 4\,\mathfrak{A}_{14}\,\mathfrak{A}_{23} = 0 \ldots \quad (18)$$

Ist diese Bedingung erfüllt, so folgt:

$$\frac{r_{14}}{r_{23}} = -\frac{\mathfrak{B}}{2\,\mathfrak{A}_{14}} = -\frac{2\,\mathfrak{A}_{23}}{\mathfrak{B}} \ldots \quad (19),$$

und die übrigen Liniencoordinaten r_{ik} ergeben sich aus (15).

Diese allgemein angegebene Rechnung gestaltet sich nun für den vorliegenden Fall in folgender Weise.

Für die Determinante R der 16 Coefficienten, welche [vgl. (9)] die Punktcoordinaten von $\mathfrak{a}_i'$ darstellen, erhält man:

$$R = \begin{vmatrix} \mu_1 & q_{12} & q_{13} & q_{14} \\ q_{12} & \mu_2 & q_{32} & q_{42} \\ q_{13} & q_{23} & \mu_3 & q_{43} \\ q_{14} & q_{24} & q_{34} & \mu_4 \end{vmatrix} = \left.\begin{array}{l} \mu_1\,\mu_2\,\mu_3\,\mu_4 + \mu_1\,\mu_2\,q^2_{34} + \mu_1\,\mu_3\,q^2_{42} + \mu_1\,\mu_4\,q^2_{23} \\ \quad - \mu_3\,\mu_4\,q^2_{12} - \mu_4\,\mu_2\,q^2_{13} - \mu_2\,\mu_3\,q^2_{14} \end{array}\right\} \quad (20)$$

Als Werte für die Coordinaten β_{ik} der vier Ebenen α_1', α_2', α_3', α_4' ergeben sich für β_{ii}:

$$\left.\begin{array}{l} \beta_{11} = \mu_2\,\mu_3\,\mu_4 + \mu_2\,q^2_{34} + \mu_3\,q^2_{42} + \mu_4\,q^2_{23} \\ \beta_{22} = \mu_3\,\mu_4\,\mu_1 - \mu_3\,q^2_{14} - \mu_4\,q^2_{13} + \mu_1\,q^2_{34} \\ \beta_{33} = \mu_4\,\mu_1\,\mu_2 - \mu_4\,q^2_{12} + \mu_1\,q^2_{42} - \mu_2\,q^2_{14} \\ \beta_{44} = \mu_1\,\mu_2\,\mu_3 + \mu_1\,q^2_{23} - \mu_2\,q^2_{13} - \mu_3\,q^2_{12} \end{array}\right\} \ldots \quad (21)$$

oder, wenn

$$\left.\begin{array}{l} \sigma_1 = \qquad\qquad q^2_{12}\,\mu_3\,\mu_4 + q^2_{13}\,\mu_4\,\mu_2 + q^2_{14}\,\mu_2\,\mu_3 \\ \sigma_2 = q^2_{12}\,\mu_3\,\mu_4 \qquad\qquad - q^2_{23}\,\mu_1\,\mu_4 - q^2_{42}\,\mu_1\,\mu_3 \\ \sigma_3 = q^2_{13}\,\mu_4\,\mu_2 - q^2_{23}\,\mu_1\,\mu_4 \qquad\qquad - q^2_{34}\,\mu_1\,\mu_2 \\ \sigma_4 = q^2_{14}\,\mu_2\,\mu_3 - q^2_{42}\,\mu_1\,\mu_3 - q^2_{34}\,\mu_1\,\mu_2 \end{array}\right\} \quad (22)$$

gesetzt wird,

$$\left.\begin{array}{l} \mu_1\,\beta_{11} = R + \sigma_1 \\ \mu_2\,\beta_{22} = R + \sigma_2 \\ \mu_3\,\beta_{33} = R + \sigma_3 \\ \mu_4\,\beta_{44} = R + \sigma_4 \end{array}\right\} \ldots \quad (21\,\alpha)$$

Für β_{ik}, wenn $i \neq k$ ist, folgen die Werte:

$$\left.\begin{array}{l}
\begin{cases}\beta_{12} = -\mu_3\mu_4 q_{12} - \mu_3 q_{14} q_{24} - \mu_4 q_{13} q_{23} \\ \beta_{21} = \quad \mu_3\mu_4 q_{21} + \mu_3 q_{14} q_{24} + \mu_4 q_{13} q_{23}\end{cases} \\
\begin{cases}\beta_{13} = -\mu_4\mu_2 q_{13} - \mu_4 q_{12} q_{32} - \mu_2 q_{14} q_{34} \\ \beta_{31} = \quad \mu_4\mu_2 q_{31} + \mu_4 q_{12} q_{32} + \mu_2 q_{14} q_{34}\end{cases} \\
\begin{cases}\beta_{14} = -\mu_2\mu_3 q_{14} - \mu_2 q_{13} q_{43} - \mu_3 q_{12} q_{42} \\ \beta_{41} = \quad \mu_2\mu_3 q_{41} + \mu_2 q_{13} q_{43} + \mu_3 q_{12} q_{42}\end{cases}
\end{array}\right\} (21\,\beta)$$

$$\left.\begin{array}{l}
\begin{cases}\beta_{34} = -\mu_1\mu_2 q_{34} - \mu_1 q_{32} q_{42} + \mu_2 q_{31} q_{41} \\ \beta_{43} = -\mu_1\mu_2 q_{43} - \mu_1 q_{32} q_{42} + \mu_2 q_{31} q_{41}\end{cases} \\
\begin{cases}\beta_{42} = -\mu_1\mu_3 q_{42} - \mu_1 q_{43} q_{23} + \mu_3 q_{41} q_{21} \\ \beta_{24} = -\mu_1\mu_3 q_{24} - \mu_1 q_{43} q_{23} + \mu_3 q_{41} q_{21}\end{cases} \\
\begin{cases}\beta_{23} = -\mu_1\mu_4 q_{23} - \mu_1 q_{24} q_{34} + \mu_4 q_{21} q_{31} \\ \beta_{32} = -\mu_1\mu_4 q_{32} - \mu_1 q_{24} q_{34} + \mu_4 q_{21} q_{31}\end{cases}
\end{array}\right\} (21\,\gamma)$$

Dabei bestehen die Beziehungen:

$$\left.\begin{array}{l}
\beta_{12} + \beta_{21} = -2\mu_3\mu_4 q_{12} \\
\beta_{13} + \beta_{31} = -2\mu_4\mu_2 q_{13} \\
\beta_{14} + \beta_{41} = -2\mu_2\mu_3 q_{14}
\end{array}\right\} \cdots (23\,\beta) \qquad
\left.\begin{array}{l}
\beta_{34} - \beta_{43} = -2\mu_1\mu_2 q_{34} \\
\beta_{42} - \beta_{24} = -2\mu_1\mu_3 q_{42} \\
\beta_{23} - \beta_{32} = -2\mu_1\mu_4 q_{32}
\end{array}\right\} \cdots (23\,\gamma$$

und

$$\left.\begin{array}{lllll}
 & \mu_2 q_{34}\beta_{12} & + \mu_3 q_{42}\beta_{13} & + \mu_4 q_{23}\beta_{14} & = 0 \\
\mu_1 q_{34}\beta_{21} & & + \mu_3 q_{14}\beta_{23} & + \mu_4 q_{31}\beta_{24} & = 0 \\
\mu_1 q_{42}\beta_{31} & + \mu_2 q_{42}\beta_{31} & & + \mu_4 q_{12}\beta_{34} & = 0 \\
\mu_1 q_{23}\beta_{41} & + \mu_2 q_{13}\beta_{42} & + \mu_3 q_{21}\beta_{43} & & = 0
\end{array}\right\} \cdots (23\,\delta)$$

Aus bekannten Eigenschaften der der Determinante R adjungierten Determinante:

$$B = \Sigma \pm \beta_{11}\beta_{22}\beta_{33}\beta_{44} = R^3 \quad . \; . \; . \; . \quad (24)$$

folgen noch die Relationen:

$$\left\{\begin{array}{l}
\mu_1\beta_{11} + q_{12}\beta_{12} + q_{13}\beta_{13} + q_{14}\beta_{14} = R \\
q_{12}\beta_{21} + \mu_2\beta_{22} + q_{32}\beta_{23} + q_{42}\beta_{24} = R \\
q_{13}\beta_{31} + q_{23}\beta_{32} + \mu_3\beta_{33} + q_{43}\beta_{34} = R \\
q_{14}\beta_{41} + q_{24}\beta_{42} + q_{34}\beta_{43} + \mu_4\beta_{44} = R
\end{array}\right\} (25\alpha)$$

und mit Rücksicht auf (21α)

$$\left\{\begin{array}{l}
\sigma_1 + q_{12}\beta_{12} + q_{13}\beta_{13} + q_{14}\beta_{14} = 0 \\
q_{12}\beta_{21} + \sigma_2 + q_{32}\beta_{23} + q_{42}\beta_{24} = 0 \\
q_{13}\beta_{31} + q_{23}\beta_{32} + \sigma_3 + q_{43}\beta_{34} = 0 \\
q_{14}\beta_{41} + q_{24}\beta_{42} + q_{34}\beta_{43} + \sigma_4 = 0
\end{array}\right\} (25\beta)$$

Mit den angegebenen Werten für β_{ik} (Formeln (21)) erhält man unter Berücksichtigung der Relationen (22) bis (25) durch einfache Rechnungen für Δ' (Formel (13)), $B_{ii}^{(0)}$ (Formeln

(14α)··(14δ)) und die in der quadratischen Gleichung (16) auftretenden Coefficienten $\mathfrak{A}_{14}$, $\mathfrak{A}_{23}$, $\mathfrak{B}$ die nachstehenden Werte:

$$\Delta' = -2 q_{14} q_{23} \cdot R \cdot \left\{ \begin{array}{l} q_{12}\, q_{13}\, q_{14}\, \mu_2\, \mu_3\, \mu_4 \\ +\, q_{21}\, q_{23}\, q_{24}\, \mu_3\, \mu_4\, \mu_1 \\ +\, q_{31}\, q_{32}\, q_{34}\, \mu_4\, \mu_1\, \mu_2 \\ -\, q_{41}\, q_{42}\, q_{43}\, \mu_1\, \mu_2\, \mu_3 \end{array} \right\} \quad \cdots\cdots (26)$$

$$\left. \begin{array}{ll} B^{(0)}_{11} = & -2\, q_{34}\, q_{42}\, q_{23} \cdot R \cdot \mu_1^2 \\ B^{(0)}_{22} = & 2\, q_{13}\, q_{34}\, q_{41} \cdot R \cdot \mu_2^2 \\ B^{(0)}_{33} = & 2\, q_{12}\, q_{24}\, q_{41} \cdot R \cdot \mu_3^2 \\ B^{(0)}_{44} = & 2\, q_{12}\, q_{23}\, q_{31} \cdot R \cdot \mu_4^2 \end{array} \right\} \cdots\cdots (27)$$

$$\left. \begin{array}{l} \beta_{21}\, \beta_{34} - \beta_{31}\, \beta_{24} = \quad q_{14}\, q_{23} \cdot R \\ \beta_{12}\, \beta_{43} - \beta_{13}\, \beta_{42} = -q_{14}\, q_{23} \cdot R \end{array} \right\} \cdots\cdots (28)$$

Daraus folgen, wenn zur Abkürzung noch:

$$q_{12} q_{13} q_{14} q_{34} q_{42} q_{23} = Q \cdots\cdots (29)$$

gesetzt wird, die Werte:

$$\left. \begin{array}{l} \mathfrak{A}_{14} = 4\, Q \cdot q^2_{14}\, \mu_2^2\, \mu_3^2 \cdot R^3 \\ \mathfrak{A}_{23} = 4\, Q \cdot q^2_{23}\, \mu_1^2\, \mu_4^2 \cdot R^3 \\ \mathfrak{B} \;\;\, = 8\, Q \cdot q_{14}\, q_{23} \cdot \mu_1\, \mu_2\, \mu_3\, \mu_4 \cdot R^3 \end{array} \right\} \cdots\cdots (30)$$

Also verschwindet die Discriminante der quadratischen Gleichung (16), d. h. es ist:

$$\mathfrak{B}^2 - 4\, \mathfrak{A}_{14}\, \mathfrak{A}_{23} = 0 \cdots\cdots (31),$$

womit der Hauptsatz bewiesen ist.

Für die Liniencoordinaten r_{ik} der zusammenfallenden Geraden r ergiebt sich aus der quadratischen Gleichung:

$$q^2_{14} \frac{\mu_2\, \mu_3}{\mu_1\, \mu_4} \cdot r^2_{14} + 2 q_{14}\, q_{23} \cdot r_{14}\, r_{23} + q^2_{23} \frac{\mu_1\, \mu_4}{\mu_2\, \mu_3} \cdot r^2_{23} = 0 \cdots (32\alpha)$$

und den beiden analog zu erhaltenden Gleichungen:

$$\left\{ \begin{array}{l} q^2_{12} \dfrac{\mu_3\, \mu_4}{\mu_1\, \mu_2} \cdot r^2_{12} + 2 q_{12}\, q_{34} \cdot r_{12}\, r_{34} + q^2_{34} \dfrac{\mu_1\, \mu_2}{\mu_3\, \mu_4} \cdot r^2_{34} = 0 \cdots (32\beta) \\ q^2_{13} \dfrac{\mu_4\, \mu_2}{\mu_1\, \mu_3} \cdot r^2_{13} + 2 q_{13}\, q_{42} \cdot r_{13}\, r_{42} + q^2_{42} \dfrac{\mu_1\, \mu_3}{\mu_4\, \mu_2} \cdot r^2_{42} = 0 \cdots (32\gamma) \end{array} \right.$$

$$r_{12} : r_{13} : r_{14} : r_{34} : r_{42} : r_{23} = q_{34}\, \mu_1\, \mu_2 : q_{42}\, \mu_1\, \mu_3 : q_{23}\, \mu_1\, \mu_4 : -q_{12}\, \mu_3\, \mu_4 : -q_{13}\, \mu_4\, \mu_2 : -q_{14}\, \mu_2\, \mu_3 \cdots (33)$$

Also schneidet die Gerade mit den Liniencoordinaten:

$$\left\{ \begin{array}{lll} q_{34}\, \mu_1\, \mu_2 & q_{42}\, \mu_1\, \mu_3 & q_{23}\, \mu_1\, \mu_4 \\ -q_{12}\, \mu_3\, \mu_4 & -q_{13}\, \mu_4\, \mu_2 & -q_{14}\, \mu_2\, \mu_3 \end{array} \right\} \cdots (34)$$

als einzige die Geraden

$$|\alpha_1 \alpha_1'|,\ |\alpha_2 \alpha_2'|,\ |\alpha_3 \alpha_3'|,\ |\alpha_4 \alpha_4'|.$$

Die Umkehrung des Hauptsatzes folgt aus dem Dualitätsprincip.

§ 3. Beweis des Zusatzes und Angabe einiger weiteren Beziehungen.

Der oben angeführte Zusatz ergiebt sich nun mit Hinzuziehung des bekannten (oben citierten) v. Staudt'schen Satzes, nach welchem der Punktwurf aus den vier Durchstossungspunkten einer Geraden mit den Seitenflächen eines Tetraeders zu dem Ebenenwurfe aus den vier Verbindungsebenen dieser Geraden mit den Gegenecken des Tetraeders projectiv ist.

Die Verbindungsebenen δ_i der Geraden q mit den vier Eckpunkten $\mathfrak{a}_i$ fallen bezw. mit den Verbindungsebenen der Geraden q mit den vier Eckpunkten $\mathfrak{a}_i'$ zusammen, während die Schnittpunkte $\mathfrak{d}_i'$ der Geraden r mit den 4 Schnittlinien $|\alpha_i \alpha_i'|$ zugleich die Durchstossungspunkte von r sowohl mit den vier Ebenen α_i des ersten, wie mit den vier Ebenen α_i' des zweiten Tetraeders darstellen. Ebenso wie durch jeden der vier Schnittpunkte $\mathfrak{c}_i$ (vgl. (3)) der Geraden q mit den Ebenen α_i die Verbindungsgerade $|\mathfrak{a}_i \mathfrak{a}_i'|$ hindurchgeht, enthält auch jede der vier Verbindungsebenen γ_i' der Geraden r mit den Eckpunkten $\mathfrak{a}_i'$ die Schnittgerade $|\alpha_i \alpha_i'|$. Endlich trifft die Gerade q die vier Ebenen α_i' in vier Punkten $\mathfrak{e}_i'$, während die Gerade r durch vier Ebenen ε_i mit den Eckpunkten $\mathfrak{a}_i$ verbunden wird.

Nun ist nach dem v. Staudt'schen Satze, bei bekannter Bezeichnung des Doppelverhältnisses, wenn $\varkappa_q$ sich auf die Gerade q, $\varkappa_r$ auf die Gerade r bezieht:

$$\varkappa_q = (\mathfrak{c}_1\ \mathfrak{c}_2\ \mathfrak{c}_3\ \mathfrak{c}_4) = (\delta_1\ \delta_2\ \delta_3\ \delta_4) = (\mathfrak{e}_1'\ \mathfrak{e}_2'\ \mathfrak{e}_3'\ \mathfrak{e}_4') \quad \cdots \quad (35)$$

$$\varkappa_r = (\gamma_1'\ \gamma_2'\ \gamma_3'\ \gamma_4') = (\mathfrak{d}_1\ \mathfrak{d}_2\ \mathfrak{d}_3\ \mathfrak{d}_4) = (\varepsilon_1\ \varepsilon_2\ \varepsilon_3\ \varepsilon_4) \quad \cdots \quad (36)$$

Aus den Formeln (2) und (34) folgen aber die Werte:

$$\varkappa_q = (\mathfrak{c}_1\ \mathfrak{c}_2\ \mathfrak{c}_3\ \mathfrak{c}_4) = \frac{\mathfrak{c}_3\ \mathfrak{c}_1}{\mathfrak{c}_3\ \mathfrak{c}_2} : \frac{\mathfrak{c}_4\ \mathfrak{c}_1}{\mathfrak{c}_4\ \mathfrak{c}_2} = -\frac{q_{13}\ q_{42}}{q_{14}\ q_{23}} \quad \cdots \quad (37\alpha)$$

$$\varkappa_r = (\mathfrak{d}_1\ \mathfrak{d}_2\ \mathfrak{d}_3\ \mathfrak{d}_4) = \frac{\mathfrak{d}_3\ \mathfrak{d}_1}{\mathfrak{d}_3\ \mathfrak{d}_2} : \frac{\mathfrak{d}_4\ \mathfrak{d}_1}{\mathfrak{d}_4\ \mathfrak{d}_2} = -\frac{q_{42}\ \mu_1\ \mu_3 \cdot q_{13}\ \mu_4\ \mu_2}{q_{23}\ \mu_1\ \mu_4 \cdot q_{14}\ \mu_2\ \mu_3} = -\frac{q_{13}\ q_{42}}{q_{14}\ q_{23}} \quad \cdots \quad (37\beta)$$

Folglich ist $\varkappa_q = \varkappa_r = \varkappa$ und die drei Punkt- und die drei Ebenen-Würfe (35) und (36) sind projectiv. Die drei fundamentalen Doppelverhältnisse sind also:

$$\varkappa = -\frac{q_{13}\, q_{42}}{q_{14}\, q_{23}},\quad \frac{1}{1-\varkappa} = -\frac{q_{14}\, q_{23}}{q_{12}\, q_{34}},\quad \frac{\varkappa-1}{\varkappa} = -\frac{q_{12}\, q_{34}}{q_{13}\, q_{42}} \quad \ldots (38)$$

Zum Schlusse mögen noch die analytischen Ausdrücke für die Verbindungsebenen δ_i, γ_i', ε_i und die Schnittpunkte $\mathfrak{e}_i'$, $\mathfrak{d}_i$ angegeben werden; man kann aus denselben u. A. auch den v. S t a u d t'schen Satz für beide Tetraeder und die beiden Geraden q und r bestätigen

$$\left.\begin{array}{llllll} \delta_1 \cdots\cdots [q, |\mathfrak{a}_1\, \mathfrak{a}_1'|\,] \cdots\cdots & 0 & q_{34} & q_{42} & q_{23} \\ \delta_2 \cdots\cdots [q, |\mathfrak{a}_2\, \mathfrak{a}_3'|\,] \cdots\cdots & q_{34} & 0 & q_{41} & q_{13} \\ \delta_3 \cdots\cdots [q, |\mathfrak{a}_3\, \mathfrak{a}_3'|\,] \cdots\cdots & q_{42} & q_{14} & 0 & q_{21} \\ \delta_4 \cdots\cdots [q, |\mathfrak{a}_4\, \mathfrak{a}_4'|\,] \cdots\cdots & q_{23} & q_{31} & q_{12} & 0 \end{array}\right\} \ldots (39)$$

$$\left.\begin{array}{lllll} \mathfrak{e}_1' \cdots (q, \alpha_1') \cdots & -\sigma_1 & \beta_{12}\,\mu_2 & \beta_{13}\,\mu_3 & \beta_{14}\,\mu_4 \\ \mathfrak{e}_2' \cdots (q, \alpha_2') \cdots & \beta_{21}\,\mu_1 & -\sigma_2 & -\beta_{23}\,\mu_3 & -\beta_{24}\,\mu_4 \\ \mathfrak{e}_3' \cdots (q, \alpha_3') \cdots & \beta_{31}\,\mu_1 & -\beta_{32}\,\mu_2 & -\sigma_3 & -\beta_{34}\,\mu_4 \\ \mathfrak{e}_4' \cdots (q, \alpha_4') \cdots & \beta_{41}\,\mu_1 & -\beta_{42}\,\mu_2 & -\beta_{43}\,\mu_3 & -\sigma_4 \end{array}\right\} \ldots (40)$$

$$\left.\begin{array}{lllll} \gamma_1' \cdots [r, \mathfrak{a}_1'] \cdots & \frac{1}{\mu_1}\sigma_1 & \beta_{12} & \beta_{13} & \beta_{14} \\ \gamma_2' \cdots [r, \mathfrak{a}_2'] \cdots & \beta_{21} & \frac{1}{\mu_2}\sigma_2 & \beta_{23} & \beta_{24} \\ \gamma_3' \cdots [r, \mathfrak{a}_3'] \cdots & \beta_{31} & \beta_{32} & \frac{1}{\mu_3}\sigma_3 & \beta_{34} \\ \gamma_4' \cdots [r, \mathfrak{a}_4'] \cdots & \beta_{41} & \beta_{42} & \beta_{43} & \frac{1}{\mu_4}\sigma_4 \end{array}\right\} \ldots (41)$$

$$\left.\begin{array}{lllll} \mathfrak{d}_1 \cdots (r, |\alpha_1\;\, \alpha_1'|) \cdots & 0 & q_{34}\,\mu_2 & q_{42}\,\mu_3 & q_{23}\,\mu_4 \\ \mathfrak{d}_2 \cdots (r, |\alpha_2\;\, \alpha_2'|) \cdots & q_{34}\,\mu_1 & 0 & q_{14}\,\mu_3 & q_{31}\,\mu_4 \\ \mathfrak{d}_3 \cdots (r, |\alpha_3\;\, \alpha_3'|) \cdots & q_{42}\,\mu_1 & q_{41}\,\mu_2 & 0 & q_{12}\,\mu_4 \\ \mathfrak{d}_4 \cdots (r, |\alpha_4\;\, \alpha_4'|) \cdots & q_{23}\,\mu_1 & q_{13}\,\mu_2 & q_{21}\,\mu_3 & 0 \end{array}\right\} \ldots (42)$$

$$\left.\begin{array}{lllll} \varepsilon_1 \cdots [r, \mathfrak{a}_1] \cdots & 0 & q_{12}\,\mu_3\,\mu_4 & q_{13}\,\mu_4\,\mu_2 & q_{14}\,\mu_2\,\mu_3 \\ \varepsilon_2 \cdots [r, \mathfrak{a}_2] \cdots & q_{12}\,\mu_3\,\mu_4 & 0 & q_{23}\,\mu_1\,\mu_4 & q_{24}\,\mu_1\,\mu_3 \\ \varepsilon_3 \cdots [r, \mathfrak{a}_3] \cdots & q_{13}\,\mu_4\,\mu_2 & q_{32}\,\mu_1\,\mu_4 & 0 & q_{34}\,\mu_1\,\mu_2 \\ \varepsilon_4 \cdots [r, \mathfrak{a}_4] \cdots & q_{14}\,\mu_2\,\mu_3 & q_{42}\,\mu_1\,\mu_3 & q_{42}\,\mu_1\,\mu_3 & 0 \end{array}\right\} \ldots (43)$$

Auf weitere Eigenschaften der durch 2 Tetraeder in unilinearer Lage bestimmten Raumfigur, insbesondere auf den speciellen Fall, in welchem die beiden Geraden q und r z u s a m m e n f a l l e n, sowie auf die Untersuchung derjenigen Fälle, in welchen zwei Tetraeder auf m e h r e r e A r t e n in unilinearer Lage sein können, behalte ich mir vor, in einer weiteren Mitteilung genauer einzugehen.

Neuaufgelegte Schriften:

Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark. Heft 35. Graz 1899.
Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Ser. 3 Vol. V, fasc. 6—12, Vol. VI, fasc. 1 u. 2. Napoli 1899/1900.
Atti della R. Accademia dei Lincei. Ann. 296, 297; Ser. V, A. 299; Ser. V, Vol. IX, fasc. 4—7.
Rendiconto dell' Adunanza solenne. Roma 1899/1900.
Rendiconti. Vol. VIII, fasc. 1—12, Vol. IX, fasc. 3. Roma 1899/1900.
Crustacea of Norway by G. O. Sars. Vol. V, Part. XIII, XIV, Vol. III, Part. I—IV. Bergen 1899/1900.
Tromsö Museums Aarshefter 20 und Aarsberetning 1897. Tromsö 1898/99.
Rovartani Lapok, VI, 6 u. 10. Budapest 1899.
Bulletin of the Geological Institution of Upsala. Vol. IV, Part. I, Nr. 7. Upsala 1899.
Bulletin de l'Académie impér. des Sciences de St. Petersbourg. Tom. VIII, 5; Tom. IX, 1—5; Tom. X, 1—4. St. Petersbourg 1898/99.
Missouri botanical Garden, 10. Report 1899.
Archives du Musée Teyler. Ser. II, Vol. VI, Part. III, IV. Haarlem 1899/1900.
Von der Königl. Academie der Wissenschaften in Amsterdam:
Verhandelingen Afd. Natuurkunde. Sect. I, Deel VI; Sect 2, Deel VI, 6/7.
Zittingsverslagen, Natuurkunde. Deel VII, 3/8.
Jaarboek 1898.
Transactions of the Academy of Science of St. Louis. Vol. VIII Nr. 9—12; Vol. IX, Nr. 1—8. St. Louis 1898.
Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. XXXIV, Nr. 18—23; Vol. XXXV, Nr. 1—3. Boston 1899.
Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College. Vol. XXXII, Nr. 10; Vol. XXXIII, Nr. 7; Vol. XXXV, Nr. 1/2 and Annual Report 1898/99. Cambridge 1899.
Proceedings of the Boston Society of natural History. Vol. 28, Nr. 13—16; Vol. 29, Nr. 1—8. Boston 1899.
Memoirs, Vol. 5, Nr. 4 u. 5. Boston 1899.
Journal and Proceedings of the royal Society of New South Wales. Vol. XXXII. Sydney 1898.
Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society. Jahrg. 15, Part. 2. Chapel Hill 1898/99.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 4 **Mai** **1900**

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 9. Mai 1900 sprach Herr Zumstein:

Ueber den Bronchialbaum der Säuger und Vögel.

In den Sitzungen dieser Gesellschaft vom März 1889, Februar 1891 und vom März 1892 habe ich die Ergebnisse der Corrosionen mitgetheilt, die ich von Leber, Niere, Milz, speziell aber von Lungen ausgeführt habe. Ich habe mich hauptsächlich an die Untersuchungen von Aeby gehalten: „Der Bronchialbaum der Säugethiere und des Menschen nebst Bemerkungen über den Bronchialbaum der Vögel und Reptilien.“ Es haben mich die Ergebnisse der Corrosionen der Frettchenlunge dazu geführt, zu erklären, dass die Eintheilung der Bronchen in „eparterielle“ und „hyparterielle“ nicht stichhaltig sei. Die Art. pulmon. könne nicht das massgebende Prinzip sein für die Verästelung des Bronchialbaumes. Trotzdem hat sich die Aeby'sche Theorie von der Bronchialverästelung im Fluge Geltung verschafft, wie sich Merkel in seinen Ergebnissen ausdrückt.

Es sind nun seither noch weitere Arbeiten erschienen, die gegen die Aebysche Theorie Stellung nehmen. In seiner Arbeit „Vergleichende Anatomie des Bronchialbaumes“ widerlegt Narath [1])

1) Verhandl. d. anat. Gesellsch. VI. Versamml. Wien 1892.

die Angaben von Aeby. In einer folgenden Arbeit, Die Entwickelung der Lungen von Echidna aculeata[1]), weist Narath auch entwickelungsgeschichtlich nach, dass die Art. pulmon. in der ganzen Ontogenese der Echidnalunge auf die Gestaltung des Bronchialbaumes keinen Einfluss habe.

Wie Narath wendet sich auch d'Hardiviller[2]) in mehreren Arbeiten gegen Aeby.

Er hat die Entwickelung des Bronchialbaumes beim Kaninchen und beim Schafe verfolgt. Die Seitenbronchen entstehen nach ihm als seitliche Ausbuchtungen oder Hernien des Epithels des Stammbronchus. In gleicher Weise entsteht auch der Bronchus für den Lobus infracardiacus, der vollständig unabhängig sein soll, sowohl vom ersten als auch vom zweiten ventralen Bronchus.

Nicolas und Dimitrovo[4]) bestätigen in ihren Untersuchungen beim Schafe die Resultate von d'Hardiviller. Der cardiale Bronchus ist ein ventraler Bronchus und nicht accessorisch wegen seines frühen Auftretens.

Ich habe bei den Säugern die Lungencorrosionen weiter fortgesetzt, um allenfalls auch noch andere Thiere zu finden, welche ein variables Verhalten der Art. pulmon. zum Bronchialbaum zeigen. Unter der sehr grossen Zahl der Corrosionen der Hundelungen fand ich bei einem neugeborenen Hunde die rechte Art. pulmon. über dem ersten abgehenden Seitenast den rechten Stammbronchus kreuzen, so dass also auch rechts kein eparterieller Bronchus vorhanden ist; die Wurfgeschwister dieses Hundes zeigen dagegen das gewöhnliche Verhalten der Art. pulmon. dextra zum rechten Bronchus.

---

1) Aus Semon: Zool. Forschungsreisen in Australien und dem malayschen Archipel 96.

2) La Ramification bronchique chez le lapin. Bibliogr. anatom. Paris et Nancy 96.

3) Les bronches éparterielles chez les mammiféres et specialement chez l'homme C. R. l.'acad. Sc. 97.

4) Note sur le développemant de l'arbre bronchique chez le mouton. C. R. soc. Biol. 97.

Auch bei einer Menschenlunge fand ich eine Abweichung vom gewöhnlichen Verhalten. Dieselbe besitzt auf der linken Seite einen kleinen, eparteriellen Bronchus, der gegen die Lungenspitze geht. Das Präparat stammt von Präparirsaale und ist erst nachträglich injicirt worden und dann auspräparirt, nicht corrodirt. Die Lunge zeigte noch eine weitere Eigenthümlichkeit, die Vena azygos verlief über die laterale Seite der rechten Lungenspitze, dieselbe von der übrigen Lunge stark abschnürend; ein solches Verhalten ist bereits beschrieben worden.

Ich habe nun beim Säuger die Maulwurfslunge entwickelungsgeschichtlich verfolgt. Diese interessirte mich besonders wegen der starken Assymetrie zwischen linker und rechter Lunge und ferner wegen der grossen Ausdehnung des Lobus infracardiacus, das an Corrosionen deutlich hervortritt. Ich habe mich der Plattenmodellirmethode bedient und aus acht verschiedenen an einanderschliessenden Stadien Rekonstruktionen gemacht. Wie das jüngste meiner Modelle vom Maulwurf zeigt, bleibt die Anlage der linken Lunge, speziell des linken Bronchus, schon in frühester Anlage hinter dem rechten Bronchus zurück. Während der linke Bronchus auf der Querschnittserie nur in einem Schnitte deutlich abgegrenzt ist, erstreckt sich der rechte Bronchus schon durch 10 Schnitte. In der weiteren Entwickelung sieht man nun beständig den linken Bronchus hinter dem rechten zurückstehen. Der erste Bronchus weist schon mehrere Seitenäste auf bevor der linke Bronchus nur eine Andeutung von Verzweigung erkennen lässt. Es kann nicht wohl die Platzbeengung Ursache für die spät auftretende Ramifikation des linken Bronchus sein. Denn der rechte Bronchus schickt den Ast für den Lobus infracardiacus, der den linken Bronchus im Wachsthum nach links hin theilweise noch überragt, sehr bald hinüber. Der Bronchus infracardiacus kann in Grösse und Zahl der Seitenäste dem linken Bronchus fast gleichkommen.

Der Ursprung des Bronchus infracardiacus ist an den vorliegenden Präparaten variabel. Er kann aus dem Stammbronchus hervorgehen unterhalb vom zweiten Seitenast desselben,

oder er kann aus dem zweiten Seitenast entspringen. Dorsale und mediale Bronchen entspringen erst später, und erreichen nicht die Ausdehnung der lateralen, zuerst auftretenden Bronchen. — Die Arteriae pulmonales entspringen weit cranial zur Seite der Trachea und begleiten die Trachea nach unten zur Lunge ventrolateral zu beiden Seiten der Trachea gelegen. Die linke Art. pulmonalis wendet sich schon vor der Bifurcation etwas dorsalwärts, während die rechte Art. pulmonalis ventral vor dem ersten Seitenast des rechten Bronchus heruntersteigt. Für die Verästelung des Bronchialbaumes können die Arterien wohl kaum eine Bedeutung haben, denn die ersten Abzweigungen bilden sich am Stammbronchus, bevor die Art. pulmonalis mit Sicherheit in die Lunge hinein verfolgt werden kann.

Ueber die Anatomie der Vogellungen sind meines Wissens in neuerer Zeit nur wenig Arbeiten erschienen; Selenka[1]) hat über die erste Entwickelung des Bronchialbaumes und der Luftsäcke des Huhnes sehr zutreffende Bilder geliefert. Aeby giebt in seiner bereits erwähnten Arbeit eine kurze Beschreibung mit Abbildung des Bronchialbaumes des Vogels. Er theilt seiner Theorie entsprechend die Bronchen in eparterielle und hyparterielle ein.

Eine ausführlichere Beschreibung liefert Bär,[2]) sowohl über die Verästelung des Bronchialbaumes wie über die Beziehungen der Luftsäcke zu den Luftwegen. Von letzteren sagt er: Nachdem der Bronchus in die Lungen eingetreten, erweitert er sich zu einem ampullenförmigen Vestibulum, wobei er die Knorpelringe fast ganz verliert.

1) Selenka, Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Luftsäcke des Huhnes (Zeitschrift für wissenschaftl. Zool. B. 16, Jahrg. 66).

2) M. Bär, Beiträge zur Kenntniss der Anatomie und Physiologie der Athemwerkzeuge bei den Vögeln. (Zeitschr. für wissenschaftl. Zool. B. 61, Jahrg. 96).

Im weiteren Verlaufe liegt der Hauptbronchus ebenso wie dessen wenigen Aeste sehr nahe an der ventralen Fläche der Lunge, fast unmittelbar unter der Pleura. Nach Herstellung des Vestibulums theilt sich der Hauptbronchus in zwei Kanäle, einen dorsalen inneren und einen ventralen äusseren. Von diesen hat der dorsale die gleiche Weite wie der Hauptbronchus selbst, verläuft gleichsam als unmittelbare Fortsetzung des letzteren und geht in den abdominalen Luftsack über, Mesobronchium von Huxley genannt. Der zweite Kanal verläuft etwas ventralwärts gegen den äusseren Lungenrand, den er aber nicht erreicht und geht in den hinteren diaphragmatischen Luftsack über. Auf der dorsalen Wand des Vestibulums entspringen sodann vier, und aus derselben Wand des Mesobronchium sieben bis zehn, meist sieben Zweige. Die ersteren nennt er Entobronchien, die letzteren Ectobronchien. Das erste Entobronchium giebt zunächst einen Ast ab, der lateral um den Hauptbronchus herumgeht, und in den interclaviculären Luftsack führt. Der Haupttheil des ersten geht kopfwärts in die Lungenspitze und mündet dann auch in den cervicalen Luftsack.

Das zweite Entobronchium ist sehr kurz und kann auch mit dem cervicalen Luftsacke zusammenhängen, das dritte ebenfalls kurze führt in den vorderen diaphragmatischen Luftsack und kann auch mit dem clavicularen Luftsacke verbunden sein. Das vierte Entobronchium und sämmtliche Ectobronchien stehen mit den Luftsäcken in keiner Beziehung.

Die Ectobronchien und Entobronchien, die nicht in Luftsäcke übergehen, verlaufen geschlängelt und theilen sich erst im letzten Dritttheile ihrer Länge in zwei, höchstens drei gleichwerthige Aeste, oder sind ganz ungetheilt.

Es zieht dann auch Milani[1]) in seiner Arbeit über die Reptilienlungen die Vogellungen zum Vergleich heran. Es mag schwierig sein, an der fertigen Lunge eine Uebereinstimmung

---

[1]) Milani, Beiträge zur Kenntniss der Reptilienlunge. Zool. Jahrb. B. VII, 93 und B. X, 97.

nachzuweisen; ich glaube, dass vor Allem die Entwickelung der Schildkröten- und Crocodillungen, vielleicht auch der Varnidenlungen am ehesten Aufschluss geben kann, inwieweit die Vogellunge auf die Reptillunge bezogen werden darf. Die Lazertilierlunge, die ich entwickelungsgeschichtlich verfolgt habe, ist zu einfach gebaut und deshalb wenig geeignet.

Seit Jahren habe ich von Vogellungen Corrosionspräparate angefertigt. Ich habe einige auch früher in dieser Gesellschaft vorgezeigt. Einen klaren Einblick in die Beziehungen der Luftwege zu einander und zu den Luftsäcken habe ich durch diese Corrosionen nicht gewinnen können. Desshalb habe ich es unternommen, auf entwickelungsgeschichtlichem Wege die verhältnissmässig complizirten Beziehungen zu entwirren. Dieser Weg schien mir um so mehr geboten, da er noch nicht betreten ist.

Wie beim Maulwurf so habe ich mich auch hier der Plattenmodellirmethode bedient. Als Objekt wählte ich die Hausente, von welcher mir ein reichliches Material zur Verfügung stand. Aus 15 verschiedenen, aneinander anschliessenden, zu Schnittserien verarbeiteten Stadien habe ich Plattenmodelle angefertigt. Das jüngste Stadium zeigt die Theilung der Traehea in die beiden Bronchen. Bei dem ältesten Stadium wachsen eben die Lungenpfeifen aus den Ectobronchien und Entobronchien hervor. Zum Vergleiche benutzte ich ausserdem mein reichliches Corrosionsmaterial der Lungen verschiedener Vogelarten, darunter auch der Ente. Es sollen in der Darstellung meiner Untersuchungen zuerst der Hauptbronchus, das Mesobronchium, zweitens die Verzweigungen desselben, die Entobronchien und Ectobronchien, und drittens die Luftsäcke betrachtet werden.

1. Der Haupt- oder Stammbronchus, Mesobronchium.

Die Entenlunge besitzt einen Hauptbronchus, der caudalwärts in einen abdominalen Luftsack übergeht. Ein ampullenförmiges Vestibulum nach Eintritt in die Lungen ist nicht vorhanden.

Der linke Hauptbronchus zeigt bei den Plattenmodellen nahe der Bifurcation vor Eintritt in die Lunge eine sehr früh auftretende Erweiterung. Diese Erweiterung ist bei dem Corrosionspräparate einer Taucherente (Spezies unbekannt) an beiden Hauptbronchen vorhanden.

Der Hauptbronchus zeigt nach den Plattenmodellen gegenüber der Säugerlunge ein sehr starkes Längenwachsthum in dorsolateraler Richtung caudalwärts. Er erreicht ungefähr die dreifache Länge des Stammbronchus der Maulwurfslunge, bevor eine erste Verzweigung auftritt.

Der erste Seitenzweig tritt auf in Form einer Knospe an der dorsalen Wand, beim Uebergange des zweiten zum letzten Drittheil. Dieser ersten dorsalen Knospe folgen caudalwärts alsbald zwei weitere dorsale Ausstülpungen, dann auch ventrale. Eine Zweitheilung des Stammbronchus in einen dorsomedialen und ventrolateralen Ast ist nicht zu constatiren. Nach dem Auftreten dieser ersten Seitenzweige schlägt der Endabschnitt des Stammbronchus eine mehr caudale Richtung ein. Sein hinterstes Ende erweitert sich allmählich zu einem abdominalen Luftsacke.

2. Die Seitenzweige des Stammbronchus, die Entobronchien und Ectobronchien.

Die zuerst auftretenden Seitenzweige des Stammbronchus gehen wie oben gesagt aus dessen dorsaler Wand hervor. Zunächst erscheinen drei deutliche Knospen, die sich rasch weiter entwickeln; sie sollen primäre Zweige genannt werden. Der erste primäre Zweig wächst dorsomedial und kopfwärts, der dritte gleichfalls kopfwärts aber dorsolateral. Beide beginnen alsbald sich weiter zu verzweigen.

Die zweite primäre Knospe schickt einen Fortsatz medial, einen andern lateral um den Stammbronchus herum, beide nach der ventralen Seite. Ein anderer Theil des zweiten Seitenastes schliesst sich in dorsomedialer Richtung dem ersten primären Dorsalzweige an.

Gegenüber diesen dorsalen Zweigen treten auf der ventralen und ventromedialen Seite Ausstülpungen auf. Sie bleiben aber im Wachsthum hinter den dorsalen zurück.

Mit fortschreitender Entwickelung vermehrt sich nun die Zahl der dorsalen Knospen. Sie sollen sekundäre Dorsalzweige genannt werden. Zwischen den zweiten und dritten Primärzweig drängen sich noch zwei kleinere dorsale Aeste hinein und auf den dritten primären Ast folgen weiterhin in caudaler Richtung acht bis neun dorsale Auswüchse, die hinteren immer kleiner werdend und später auftretend als die vorderen.

Auch aus der ganzen übrigen Wand des Stammbronchus, von der dorsalen Seite abgesehen, wachsen caudal von dem dritten Primärzweig noch kleine Seitenzweige hervor, so dass der Hauptstamm ringsum befiedert erscheint.

Der erste primäre Seitenbronchus wächst gegen die Lungenspitze. Indem er sich reichlich in dorsaler und ventraler Richtung verzweigt, bildet er den Hypttheil der medialen Lungenparthie. Aus ihm entsteht das erste Entobronchium. Der zweite Primärbronchus und die zwei folgenden secundären, vor dem dritten Primärbronchus gelegenen bilden das zweite bis vierte Entobronchium. Diese drei Entobronchien verästeln sich hauptsächlich in dorsaler Richtung und bilden den caudalen Abschnitt der medialen Lungenhälfte. Sie sind nicht so gross und nicht so stark verzweigt, wie das erste Entobronchium. Sie senden nach den Plattenmodellen röhrenförmige Auswüchse caudalwänts.

Die einzelnen Zweige der Entobronchien anastomosiren häufig miteinander. Ans diesen Zweigen sieht man beim ältesten der angefertigten Lungenmodelle die Lungenpfeifen in lateraler Richtung in das Innere des Lungenkörpers auswachsen.

Aus dem dritten Primärbronchus und den folgenden acht bis neun sekundären Zweigen entstehen die Ectobronchien. Sie bilden den lateralen Theil der Lunge Der dritte Primärbronchus oder das erste Ectobronchium ist der stärkste und meistverzweigte. Er bildet die Spitze der lateralen Lungen-

parthie; er wird von der medialen Seite her durch das erste Entobronchium kopfswärts überragt.

Die ihm caudal folgenden Ectobronchien werden nach hinten immer kleiner und vom siebenten an zeigen sie keine gröbere Verzweigung mehr. Auch die Zweige der Ectobronchien besitzen zahlreiche Anastomosen. Sie senden die Lungenpfeifen in medialer Richtung in den Lungenkörper hinein, denjenigen der Entobronchien entgegen. Wie die Corrosionspräparate zeigen, verbinden sich dann die Lungenpfeifen der Ectobronchien und Entobronchien miteinander.

Die ventralen Seitenäste des Stammbronchus erreichen im Gegensatze zu den dorsalen keine grosse Ausdehnung. Sie sind zwar bei dem ältesten der Modelle verhältnismässig lange Röhren, die caudal sich etwas erweitern, bei den Corrosionspräparaten der ausgewachsenen Lunge treten sie aber sehr zurück, so dass man sie leicht übersehen kann. Einer der ersten ventralen Aeste hat ein etwas grösseres Caliber, zeigt auch schon frühe eine starke Erweiterung, einen Luftsack.

Es ist offenbar derselbe, den Bär als den einen Theil des Hauptbronchus auffasst, und der in den hinteren diaphragmatischen Luftsack führt. Entwicklungsgeschichtlich betrachtet ist er nur ein ventraler Zweig des Stammbronchus, der erst sekundär auftritt.

Die übrigen oben erwähnten rings um den Stammbronchus auftretenden Zweige, welche zum Bereiche der Ectobronchien gehören, bleiben ganz klein; theilweise haben sie nur das Caliber von Lungenpfeifen.

3. Die Luftsäcke.

Nach Bär unterscheidet man 1. cervicale, 2. interclaviculäre, 3. vordere diaphragmatische, 4. hintere diaphragmatische und 5. abdominale Luftsäcke.

Der abdominale Luftsack geht aus dem Stammbronchus hervor. Er bildet sich sehr früh als eine deutliche Auftreibung des caudalen Endes desselben.

Der hintere diaphragmatische Luftsack entsteht aus einem ventralen Seitenzweige des Stammbronchus. Nach Corrosionspräparaten kann er sich auch tief ins Abdomen hinein zur Seite des abdominalen Luftsackes erstrecken. Ausser diesem einen ventralen Zweige gehen aber offenbar noch weitere ventrale Zweige in Luftsäcke über, wie ich aus den Modellen der älteren Lungen entnehme. Denn die caudal auswachsenden Röhren derselben sind an ihren Enden häufig erweitert, gleich wie der Stammbronchus beim Beginn der Bildung des abdominalen Luftsackes.

Der vordere diaphragmatische Luftsack ist wie der hintere und abdominale schon früh deutlich angelegt. Er geht hervor aus dem medial um den Stammbronchus herumverlaufenden Fortsatze des zweiten Primärbronchus. Das Verbindungsstück aus dem Entobronchium zum Luftsack entwickelt ausserdem auch Lungenpfeifen.

Der interclaviculäre und cervicale Luftsack ist an meinen Modellen noch nicht deutlich angelegt. Aus den Corrosionspräparaten ersehe ich aber, dass der cervicale Luftsack aus einem Aste des ersten Primärbronchus hervorgeht. Der interclaviculäre Luftsack hängt zusammen mit dem lateral um den Hauptbronchus herumgehenden Fortsatze des zweiten Primärbronchus.

Die Arteriae pulmonales zweigen sich etwas cranial über der Theilung der Trachea ab. Sie verlaufen zu beiden Seiten lateral vom Stammbronchus zur Lunge. Der Hauptstamm geht zwischen den Entobronchien und Ectobronchien in den Lungenkörper hinein und giebt hier medial und lateral seine Seitenäste ab ohne dem Verlaufe des Hauptbronchus und seiner Seitenäste zu folgen, wie dies bei der Säugerlunge der Fall ist. Ein kleinerer Seitenast begleitet den Hauptbronchus an dessen ventraler Seite. Er versorgt die ventralen Aeste des Stammbronchus ebenso wie die kleineren lateralen Zweige desselben.

In derselben Sitzung (9. Mai 1900) machte Herr Prof. Disse weitere Mitteilungen zur

Anatomie der Niere.

Mit 2 Abbildungen im Text.

1. Die Niere winterschlafender Tiere.

Für die Lösung der Frage, ob während der Harnsecretion sichtbare Veränderungen an den Epithelien bestimmter Abschnitte der Harncanälchen ablaufen, oder nicht, ist es von grosser Wichtigkeit, das Aussehen dieser Epithelien bei einer Niere zu kennen, die nicht secerniert. Für gewöhnlich ist es nicht ausführbar, eine Niere im Ruhezustande zu bekommen; denn dieses Organ secerniert nicht etwa periodisch, sondern fortwährend, und nur die Menge des in gleichen Zeiträumen abgesonderten Secretes wechselt. Da nun, wie die Versuche von Heidenhain (1) ergeben haben, nebeneinander liegende Harncanälchen unabhängig voneinander und ungleichzeitig an der Secretion sich beteiligen, so findet man bei Untersuchung der Niere immer in verschiedenen Phasen der Thätigkeit befindliche Canälchen nebeneinander und es ist nicht zu entscheiden, welches Harncanälchen gerade funktioniert hat und welches in „Ruhe" ist. Auch bei Nieren, deren Thätigkeit man willkürlich gesteigert oder herabgesetzt hat, bleibt die gleiche Schwierigkeit bestehen.

Nun giebt es einen physiologischen Zustand, in dem die Nierenfunktion für längere Zeit aufhört; das ist der Winterschlaf. Die Aufnahme von Nahrung hört auf, ebenso die Entleerung von Excreten; man findet bei winterschlafenden Tieren die Blase immer gefüllt, kann aber feststellen, dass während der ganzen Periode des Schlafes keine Entleerung eintritt.

Der Zustand, in dem sich die Niere winterschlafender Tiere befindet, ist als „Ruhezustand" anzusehen; man darf erwarten, dass ihm ein besonderes allen absondernden Canalabschnitten zukommendes Aussehen der Epithelien entspricht.

Im letzten Winter habe ich die Gelegenheit wahrgenommen, mir viele Exemplare unserer kleinen Fledermaus-Art, nannugo pipistrellus, im schlafenden Zustande zu verschaffen und die Nieren zu untersuchen. Teils wurden die Tiere direct nach dem Herausholen aus dem Versteck in tiefem Schlafe, durch Decapitation getötet; teils aber wurden sie im warmen Zimmer unter Glasglocken gehalten zum Wachen gebracht, und bis zu mehreren Wochen am Leben erhalten. Derartige Exemplare flogen öfters längere Zeit im Zimmer umher; einige wurden unmittelbar nach solchen Flügen getötet, andere erst nach längerer Ruhe. Im warmen Zimmer wurde sowohl Koth als Harn entleert, aber keine Nahrung aufgenommen.

Die Nieren wurden in Zenker'scher Lösung, concentrierter Sublimatlösung mit 5 % Eisessig, dem Gemisch von Alkohol absolut. Chloroform-Eisessig, sowie in Flemming'scher Lösung fixiert; auf das Aussehen der Epithelien hatte die Fixierungsflüssigkeit wenig Einfluss; da aber vorwiegend die Heidenhain'sche Hämatoxylinfärbung zur Anwendung kam, wurden die Sublimatgemische bevorzugt.

Die Rindencanälchen an den Nieren derjenigen Tiere, die im tiefen Schlaf getötet waren, boten ein sehr gleichmässiges Aussehen. Man findet nur Canälchen mit engem Lumen und hohem, körnig aussehenden Epithel. Die Körner sind in parallelen Reihen geordnet, die von der Basis der Zelle bis in die „Zellkuppe" hineinreichen; diese selbst erscheint leicht parallel streifig, wie ein „Bürstensaum", und es stehen die Streifen mit den Körnerreihen der basalen Zellabschnitte in Verbindung. Abweichungen von dieser Form fanden sich in der ganzen Rinde nicht; besonders waren keine Canälchen mit niedrigem Epithel sichtbar.

Die Glomeruli waren vielfach blutleer und collabiert; die Capillaren der Rinde gleichfalls; auf diesen anämischen Zustand wies bereits die Kleinheit, Weichheit und helle, gelbbraune Färbung der ganzen Niere hin.

Es ist bekannt, dass in den Nieren solcher Tiere, deren Harnmenge beträchtlich herabgesetzt ist, sich vielfach Canälchen

mit engem Lumen und hohem Epithel dessen Kuppe als „Bürstensaum“ erscheint, vorfinden. Wie die Untersuchung der Niere winterschlafender Tiere lehrt, sind derartige Canälchen mit Recht als ruhend aufgefasst worden z. B. von Sauer (2).

Ein abweichendes Aussehen bieten die Nieren solcher Tiere, die nach längerem Wachen, besonders nach längerem Fliegen, getötet wurden. Der ganze Körper war warm, ziemlich blutreich; auch die Nieren erschienen grösser, dunkler, blutreicher; die Blase wurde ganz leer, in andern Fällen mit wenig Inhalt angetroffen. Es hatte in den letzten Tagen Harnentleerung stattgefunden.

In der Nierenrinde sind zweierlei Formen von Rindencanälchen vorhanden, enge und weite. In vielen Canälchen mit engem Lumen finden sich einzelne Zellen vor, die an Volumen und Aussehen sich von den benachbarten unterscheiden. Da die gleich behandelten Nieren der im Schlafe getöteten Tiere keine derartigen Befunde zeigten, so muss die Annahme einer durch die Erhärtungsweise bewirkten Veränderung der Zellen ausgeschlossen werden; vielmehr liegt die Fixierung von Zuständen vor, die während des Lebens bestanden haben.

Die Rindencanälchen mit weitem Lumen sind zahlreich vorhanden. Die Erweiterung ist durch Niedrigwerden des Epithels verursacht. Die Epithelzellen sind fast um die Hälfte niedriger, als in den Canälchen der ruhenden Niere; ihr Bau dagegen bietet keine Abweichungen, das Protoplasma ist längsstreifig, die Zellkuppe sieht wie ein „Bürstensaum“ aus. Das Aussehen dieser Canälchen gleicht dem, das viele Rindencanälchen in solchen Nieren bieten, die viel Secret abgesondert haben; ich habe früher (3) derartige Zellen als „leer“ bezeichnet. In allen weiten Canälchen war ein gleichartiges Aussehen des niedrigen Epithels zu constatieren. Formunterschiede benachbarter Zellen kamen nicht zur Beobachtung. Wie das Niedrigwerden des Epithels zu erklären ist, soll noch erörtert werden. In den Rindencanälchen mit engem Lumen waren vielfach die einzelnen Epithelzellen ungleichartig; und darin liegt ein wesent-

licher Unterschied im Verhalten dieser Canälchen gegenüber dem in der ruhenden Niere. Es erscheinen einzelne Epithelzellen höher, heller, besser abgegrenzt als ihre Nachbarn; die Zellkuppe war nicht mehr als streifiger Saume vorhanden, sondern erschien hell und grenzte sich nicht mehr vom übrigen Zellenleib ab. Die ganze Zelle hatte die Form eines deutlich begrenzten Kegels; das streifig-körnige Aussehen hatte einem mehr hellen Zustande des Protoplasma Platz gemacht, als sei die ganze Zelle aufgequollen und dabei homogener geworden. Unterhalb des Kerns, der die Mitte der Höhe einnimmt, ist das Protoplasma dieser Zellen noch streifig; oberhalb sieht man wohl feine Fäden, aber die Körnung tritt zurück.

Derartig vergrösserte Zellen liegen einzeln, zwischen den hohen, körnigen; sie ragen mit ihrer Kuppe in das enge Lumen der Rindencanälchen hinein, und sind schon daran zu erkennen, dass der innerste Abschnitt, zunächst dem Lumen, nicht mehr feinstreifig erscheint. Natürlich kann hier nicht davon die Rede sein, dass ein dem Lumen zunächst gelegener „Bürstensaum“ abgefallen wäre. Durch derartige Vorgänge müssten die Zellen doch niedriger werden; ausserdem ist nicht einzusehen, weshalb in der „ruhenden“ Niere es nie zum Abfallen der Bürstensäume kommt, und warum in der Niere, deren Thätigkeit wieder begonnen hat, nur einzelne Zellen derart beschädigt werden, während ihre unmittelbaren Nachbarn diese Schädigung nicht erlitten haben. Das ganze Aussehen derartiger Zellen spricht dafür, dass sie gut erhalten sind; dass sie eine besondere Form besitzen, dass sie höher, heller, besser abgegrenzt erscheinen, muss mit der wiedererwachten Funktion zusammenhängen. Denn nur in funktionierenden Nieren findet man solche Zellformen vor.

Die nächstliegende Deutung des Befundes ist die, dass bei beginnender Secretion der Niere die Epithelzellen in den Rindencanälchen eine helle Zellkuppe ausbilden, die an die Stelle des „Bürstensaumes“ tritt, und aus diesem hervorgeht, dass diese

Zellen ferner ihr Volumen vergrössern und dabei heller werden. Am nächsten liegt, dies als die Folge einer Imbibition mit dem sich ansammelnden Secret anzusehen.

Welche Formen liegen aber, so muss man fragen, zwischen diesen vergrösserten, hellen Zellen, und den niedrigen Epithelien in den Canälchen mit weitem Lumen? Niedrige Epithelien findet man, wenn viel Secret entleert ist. Giebt es Zwischenstufen, welche die entleerten Zellen mit den sich anfüllenden verknüpfen? Man wird nicht erwarten dürfen, bei der geringen Thätigkeit, die der Niere aus dem Winterschlaf erweckter Tiere zukommt, diese Zwischenformen zahlreich anzutreffen; es ist mir auch nicht gelungen, bei den Fledermäusen Zellformen zu finden, die ich als Zwischenstadien zwischen den beschriebenen Zellen und den ganz leeren Zellen ansehen möchte.

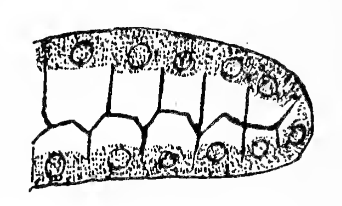


Fig. 1.
Rindencanälchen einer Hundeniere. Längsschnitt.

Wohl aber sind mir in den Nieren anderer Säuger, z. B. bei Hunden und Ratten neben solchen Zellformen, die den bei der Fledermaus gefundenen völlig glichen, auch öfters andere zu Gesicht gekommen, die ungezwungen als Zwischenstufen zwischen in Füllung begriffenen und zwischen ganz leeren Zellen gedeutet werden können. In vielen Rindencanälchen einer Hundeniere, die in Sublimat fixiert worden war, zeigten sämmtliche Epithelzellen ein Bild, das ich in Fig. 1 wiedergebe.

Jede Zelle zerfällt in einen dunkeln, körnigen basalen Abschnitt, der den Kern umschliesst, und eine hohe, helle, prismatische Zellkuppe, deren Wand sich deutlich hervorhebt. Zu jeder Zelle gehört ein derartiger, heller Abschnitt. Die Zellen sind deshalb so hoch, dass das Lumen des Canals verlegt ist; die Kuppen der gegenüberstehenden Zellen sind überall miteinander in Berührung, fest auf einander gepresst, wobei die Grenzflächen der Zellen scharf hervortreten.

In andern Canälchen waren die hellen Kuppen gleichfalls an den Zellen ausgebildet, aber sie erschienen niedriger, und

die Canälchen hatten ein deutliches Lumen; in einigen Canälchen erschienen die Zellkuppen halbkuglig, von ungleicher Höhe, womit eine Zunahme der Canallichtung einherging. Diese Zellkuppen müssen aus hellem Inhalt und einer festeren Wandschicht bestehen. Der Inhalt ist wohl vorwiegend flüssig, deshalb sind die Zellkuppen sehr leicht zerstörbar. Man findet sie oft ganz zerfallen, oder zur Unkenntlichkeit verändert; dann bilden die Reste davon, in Form grösserer oder kleinerer Tropfen, den Inhalt der betreffenden Canäle, oder die erhaltenen Wandschichten durchziehen, wie ein Netz mit ungleich weiten Maschen die Canallumina. Derartige Bilder haben viele Beobachter veranlasst, die Tropfen für Eiweisskugeln zu erklären, die in Folge der Wirkung der Fixierungsmittel aus den Epithelien ausgetreten sind; vor dieser Auslegung schützt nur das Auffinden solcher Stellen, an denen diese hellen Kuppen gut erhalten sind, und der Vergleich mit andern, an denen sie mehr oder weniger zerstört erscheinen. Die richtige Erklärung ist die, dass es sich um normaler Weise vorkommende, aber sehr leicht zerstörbare Formzustände handelt.

Eine gewichtige Stütze dieser Auffassung liegt darin, dass in derartigen hellen Zellkuppen Centralkörper mit Centralgeisseln vorkommen. K. W. Zimmermann (4) hat in den Epithelien der verschiedenen Abteilungen der Harncanälchen mit grosser Regelmässigkeit doppelte Centralkörper aufgefunden, von denen der eine manchmal, z. B. in den Schaltstücken, eine Centralgeissel trug, die in das Lumen vorragte. In den Epithelien der gewundenen Rindencanälchen des Kaninchens sah er ein Centralkörperpaar „dicht unter dem Bürstenbesatz“, blieb aber über die Existenz einer Centralgeissel zweifelhaft. Mir ist es gelungen, an Schnitten aus der erwähnten Hundeniere in den Zellen der Rindencanälchen Centralkörper und Centralgeissel zu sehen, und zwar auf solchen Zellen, deren Zellkuppe nicht niedrig und feingestreift, in Form des Bürstenbesatzes erschien, sondern hell, hoch, mit fester Wand und

hellem Inhalt, ähnlich den Zellkuppen in Fig. 1. In Fig. 2 gebe ich eine getreue Abbildung von drei nebeneinanderliegenden Zellen eines Rindencanälchens; zwei davon besitzen Centralkörper und Centralgeissel, und in einer Zelle erscheint das Centralkörperchen doppelt. Die Centralgeissel ist nur mit einem Körperchen, nicht mit beiden, in Verbindung; sie ragt in das Lumen des Canälchens hinein.

Wenn derartig zarte und vergängliche Bildungen, wie die Centralgeisseln sind, auf hellen Zellkuppen erhalten sind, so liegt darin der beste Beweis dafür, dass es sich um normale Formenzustände von Zellen handelt, und nicht etwa um Zerstörung durch das Fixierungsmittel.

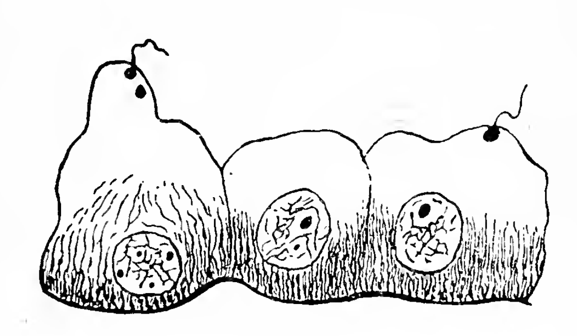


Fig. 2.

Drei Zellen aus einem gewundenen Rindencanälchen der Hundeniere, Zellkuppe hell, Centralkörper dicht unter der Oberfläche gelegen, mit Centralgeissel. Zeiss, Apochrom. 2 mm. homogene Immersion. Oc. 6.

Wie sind nun die Veränderungen an den Epithelien der Rindencanälchen zu deuten? In welcher Beziehung stehen sie zu der Secretion? So lange es nicht ausführbar ist, secernierende Rindencanälchen an der lebenden Säugetierniere zu beobachten, bleibt nichts übrig als eine hypothetische Verknüpfung der Befunde am fixierten Organ. Wir kennen nun einmal die Form der Zellen im Ruhezustande der Niere, und ferner eine Änderung dieser Form, die mit dem Wiedereintreten der Nierensecretion auftritt. Von dieser Grundlage aus erscheint mir die folgende Deutung der Befunde am nächsten liegend: 1) Im Beginn der Secretion nehmen die Epithelzellen in den Rindencanälchen unter Aufhellung ein grösseres Volumen an, begrenzen sich schärfer, und bilden an Stelle der streifigen Kuppe, des „Bürstensaumes“ eine homogene, helle Kuppe aus. 2) Die Zellkuppe vergrössert sich und wird zu einem voluminösen, hellen Prisma mit deutlicher Wand; das körnige Protoplasma der Zelle, sammelt sich,

den Kern umgebend, in der basalen Hälfte der Zelle an (Fig. 1). 3) Die Zellkuppe verkleinert sich durch Entleerung ihres Inhalts. 4) Nach völliger Entleerung bleibt das körnige Protoplasma um den Kern herum zunächst noch contrahiert, während die Zellkuppe wieder den Charakter eines fein gestreiften Saumes annimmt. Dadurch entsteht dann der Befund von Rindencanälchen mit weitem Lumen und niedrigem Epithel. Die Aufhellung der Epithelzelle, ihre Vergrösserung, die Umwandlung der Zellkuppe in eine helle Blase würden die Folgen der Ansammlung eines flüssigen Secretes in der Zelle sein, das schliesslich aus der Zelle entleert wird. Nach der Entleerung bliebe die Zelle noch eine Zeit lang contrahiert, niedrig, bevor sie in die Ruheform zurückkehrt.

Dass ich den „Bürstensaum" nicht für einen Besatz halte, der der Zelle aufsitzt, sondern für einen Bestandteil des Zellenleibes selbst, der sein Aussehen ändern kann, habe ich früher schon (5) an dieser Stelle begründet. Die hier mitgeteilten Beobachtungen erweisen, dass sich der Bürstensaum nur an ruhenden, hohen, und an contrahierten, ganz niedrigen Epithelzellen in den Rindencanälchen vorfindet, dass er aber den Stadien fehlt, die sich zwischen beide Formen einschieben. Es geht nicht an, das Urteil über die Brauchbarkeit eines Fixierungsmittels davon abhängig zu machen, ob die Zellen die „Bürstensäume" zeigen oder nicht.

2. Die tiefen Venen der Nierenrinde.

Schon Henle (6) hat angegeben, dass das Venenblut aus der Nierenrinde nicht nur durch die oberflächlich gelegenen venae stellatae und deren Fortsetzungen, die venae interlobulares, sondern auch durch tiefe Venen abfliesst, welche direkt in die venösen Arkaden an der unteren Grenze der Rindensubstanz einmünden. Nach Henle's Beschreibung sind die tiefen Rindenvenen von geringerem Caliber, als die vv. interlobulares, und übertreffen an Durchmesser nur um ein Geringes die artt. interlobulares; aber sie stehen dichter beisammen als

die vv. interlobulares. Neuere Untersuchungen über die Circulationsverhältnisse in den Nieren, z. B. die von Steinach (7) erwähnen diese tiefen Rindenvenen nicht. Das mag daher kommen, dass an Durchschnitten diese Venen schwer von den vv. interlobulares zu unterscheiden sind, und dass sie so recht deutlich nur an Corrosionspräparaten hervortreten. Sie sind auch bei verschiedenen Species in ungleicher Weise entwickelt; beim Menschen treten sie z. B. zurück im Vergleich zu ihrem Verhalten in der Niere der Raubtiere. Schon vor Jahren hat Herr Prof. Zumstein (8) an Corrosionspräparaten die Venen der Hundeniere in dieser Gesellschaft demonstriert; für den Menschen hat er angegeben, „dass wohl die Hälfte des Venenbluts der Nierenrinde sich an der Peripherie in den venae stellatae sammelt.“ Für die andere Hälfte müssen die tiefen Rindenvenen sorgen. Ich möchte an der Hand der Corrosionspräparate, die unsere Sammlung Herrn Prof. Zumstein verdankt, von neuem auf die Existenz der tiefen Rindenvenen aufmerksam machen.

Beim Hunde durchsetzen die starken vv. interlobulares in grösseren Abständen voneinander die Nierenrinde in radiärer Richtung, münden in die venösen Arcaden unter rechtem Winkel ein, während sie an der Nierenoberfläche sich zu den vv. stellatae ausbreiten. Zwischen diesen hochstämmigen, sich baumartig mit den Wipfeln verzweigenden Stämmen findet sich, dichtem Unterholz vergleichbar, eine grosse Masse feiner Venen, die in der Mitte der Rinde entstehen und direct nach den venösen Arcaden hinziehen. Das sind die tiefen Rindenvenen. Ihre Anzahl ist beim Hunde viel grösser, als die der vv. interlobulares, und sie stehen viel dichter als diese.

Bei menschlichen Nieren werden diese tiefen Venen, die durch zahlreiche, aber feine und einzeln stehende Stämme repräsentiert werden, an vollständig injicierten Präparaten ganz und gar durch die Verästlungen der venae stellatae verdeckt. Sind aber diese Gefässe nicht mehr gefüllt, oder sind sie entfernt worden, so treten die tiefen Rindenvenen hervor, als feine,

oft mit freiem Auge gerade noch sichtbare Stämme, welche, einzeln stehend, den starken Aesten der venösen Arcaden aufsitzen. Sie besitzen einen viel geringeren Durchmesser als die vv. interlobulares; charakteristisch ist für sie, dass der Stamm meistens in kurzer Entfernung von dem arcus venosus, durch Zusammenfluss mehrerer feiner Aeste entsteht, und einem Strauch gleicht, der dicht über dem Boden in Zweige zerfällt. Die tiefen Rindenvenen haben einen kurzen, die vv. interlobulares einen hohen Stamm. Wenn auch beim Menschen die Gesammtzahl der tiefen Rindenvenen nicht unerheblich ist, so fallen dieselben doch wegen ihres kurzen Verlaufes wenig in die Augen; man findet sie leichter auf, wenn man von der Raubtierniere her sie kennt. Physiologisch ist es von Wichtigkeit, dass für das Blut der Rinde, das in den Capillaren nur noch sehr geringen Seitendruck besitzt, ein zweiter Abfluss durch die tiefen Venen gegeben ist; begünstigt wird der Abfluss in diese Venen noch durch den Umstand, dass die tiefen Rindenvenen direct in starke Gefässe einmünden, deren Lumen durch Befestigung an die Nierensubstanz immer klaffend erhalten wird (Ludwig, 9).

Litteratur.

1) Heidenhain, Mikroskopische Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Nieren. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. X. 1874.

2) Sauer, Neue Untersuchungen über das Nierenepithel und sein Verhalten bei der Harnabsonderung. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. 46. 1895.

3) Disse, Über die Veränderungen der Nierenepithelien bei der Secretion. Anatomische Hefte. Bd. II. 1893.

4) K. W. Zimmermann, Beiträge zur Kenntniss einiger Drüsen und Epithelien. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. 52. 1898.

5) Disse, Zur Anatomie der Niere. Marburger Sitzungsberichte 1898, Nr. 8.

6) Henle, Eingeweidelehre, II. Aufl. 1898.

7) Steinach, Studien über den Blutkreislauf der Niere. Wiener Sitzungsberichte, math.-naturw. Classe, Bd. 90, III. Abth. 1885.

8 Zumstein, Über Corrosionspräparate. Marburger Sitzungsberichte 1891. 28. Februar.

9) Ludwig, Über einige neue Beziehungen zwischen dem Bau und der Function der Niere. Wiener Sitzungsberichte, math.-naturw. Classe, Bd. 48, Abth. II. 1863.

Endlich sprach Herr Privatdocent Dr. F. von Dalwigk:

Ueber das Poisson'sche Integral.

Eine Funktion u heisse in einem ebenen Gebiet G ein stetiges Potential, wenn sie dort — einschliesslich der Begrenzung — stetig ist und wenn sie im Innern stetige erste und zweite Differentialquotienten hat und der Bedingung

$$\varDelta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

genügt.[1]) An der Begrenzung von G werde nichts über die Differentialquotienten von u vorausgesetzt. [Die analytische Funktion $F(z)$, deren reeller Teil u ist, kann an der Begrenzung durchaus singulär werden].

§ 1. Ist das Gebiet G eine Kreisfläche, so gilt der Satz: Der Potentialwert im Mittelpunkt ist das arithmetische Mittel aus den sämmtlichen Werten am Kreisrand. Der Beweis ist leicht mittelst des Green'schen Satzes[2]) oder des Cauchy'schen Integralsatzes zu führen, nur muss man in beiden Fällen erst eine kleinere Kreisfläche betrachten und dann den Grenzübergang zur gegebenen Kreisfläche machen.

Auf diesen besonderen Fall lässt sich die Wertbestimmung des Potentials für eine beliebige Stelle P im Innern der Kreisfläche zurückführen mittels einer Abbildung: Man bildet die

---

1) Die höheren Differentialquotienten sind dann im Innern auch vorhanden und stetig. Betreffs der zweiten Differentialquotienten vgl. Schwarz, J. f. M. 74, S. 221 (Anm.), Werke II, S. 178.

2) S. Riemann's Dissertation, art. 10.

Kreisfläche auf eine zweite conform ab, so dass zu P der Mittelpunkt der neuen Kreisfläche gehört. Die Funktion u überträgt sich in die neue Kreisfläche und ist auch dort ein Potential; die weitere Behandlung ist einfach.

Die Abbildung lässt sich funktionentheoretisch machen (§ 5) oder — was noch einfacher und anschaulicher ist — durch reciproke Radien.

§ 2. Dieses Verfahren werde zuerst betrachtet. Dabei transformiert man die Kreisfläche am besten in sich selbst.

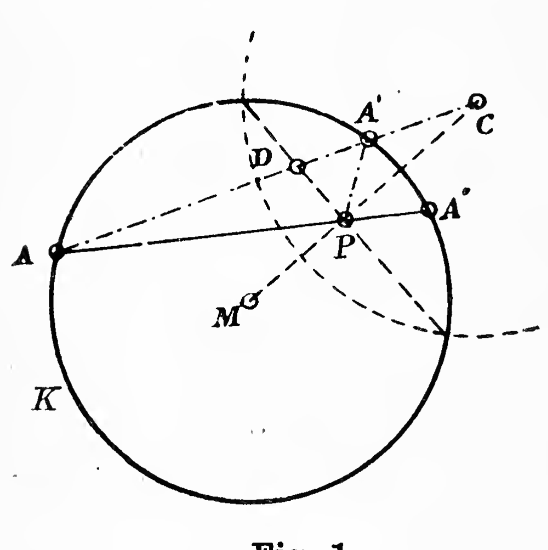


Fig. 1.

Der Kreisrand sei K. Die Transformation muss zum Hauptkreis einen Orthogonalkreis von K besitzen. Damit ferner P und der Mittelpunkt M von K einander zugeordnet sind, muss P auf der gemeinsamen Sehne beider Kreise liegen. Dadurch ist der Hauptkreis völlig bestimmt, sein Centrum sei C. Die Kreislinie K geht in der Art in sich selbst über, dass einem Punkt A der Punkt A' entspricht, welcher auf CA liegt.

Nun ist die gemeinsame Sehne beider Kreise auch die Polare von C in Bezug auf K, d. h. A, A' und C, D sind harmonische Punktpaare, PA, PA' und PC, PD harmonische Strahlenpaare. Weil PD senkrecht zu PC steht, ist $\sphericalangle APD = \sphericalangle DPA'$, d. h. das Spiegelbild A'' von A', in Bezug auf MC genommen, liegt mit A und P in gerader Linie.

Der Wert des ursprünglich gegebenen Potentials in P ist gleich dem Wert, welchen das durch die Transformation entstehende Potential in M hat, d. h. er ist das arithmetische Mittel aus derjenigen Anordnung der Randwerte, welche aus ihrer ursprünglichen Anordnung durch die Transformation hervorgeht. Der zu A gehörige Funktionswert ist nach A'

versetzt zu denken oder — was für das Mittel nichts ausmacht — nach A''. So liefert das Abbildungsverfahren den Satz:

Der Potentialwert an der Stelle P ergiebt sich, indem man die beiden Funktionswerte in den Endpunkten jeder durch P gehenden Sehne mit einander vertauscht und dann aus der so erhaltenen neuen Anordnung der Randwerte das arithmetische Mittel bildet.

Dieser Satz wurde durch Deutung einer analytischen Formel von Herrn Schwarz 1867 oder 1868 gefunden und von Schläfli (auf Grund einer mündlichen Mitteilung) 1874 veröffentlicht.

§ 3. Will man den Wert von u im Punkte P analytisch ausdrücken, so kann man für die in § 2 behandelte Transformation der Randpunkte leicht eine Formel aufstellen. Noch einfacher jedoch ist die Anknüpfung an folgende Beziehung: Die einander zugeordneten Bogenelemente bei A nnd A'',

$$ds = R\,d\psi \qquad\qquad ds'' = R\,d\psi''$$

verhalten sich wie PA zu PA'' oder $\varrho : \varrho''$. Statt

$$u(r,\varphi) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} u(R,\psi'')\,d\psi = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} u(R,\psi)\,d\psi''$$

$$= \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} u(R,\psi)\cdot\frac{d\psi''}{d\psi}\cdot d\psi$$

lässt sich desshalb schreiben

$$u(r,\varphi) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} u(R,\psi)\cdot\frac{\varrho''}{\varrho}\,d\psi \tag{1}$$

Hierbei ist $\varrho = \left| Re^{\psi i} - re^{\varphi i}\right|$, $\varrho'' = \left| Re^{\psi'' i} - re^{\varphi i}\right|$, das führt zu $\varrho\cdot\varrho'' = R^2 - r^2$ u. $\varrho^2 = R^2 - 2Rr\cos(\psi - \varphi) + r^2$ und damit zu der bekannten Formel

$$u(r,\varphi) = \int_0^{2\pi} u(R,\psi)\cdot\frac{R^2 - r^2}{R^2 - 2Rr\cos(\psi-\varphi) + r^2}\,d\psi, \tag{2}$$

die auf Poisson und Herrn C. Neumann zurückgeht.

§ 4. Die Figur liefert unmittelbar noch eine zweite wichtige Formel. Sind $(ds)_P$ und $(ds)_{A''}$ die scheinbaren Grössen des Bogenelementes $ds = R \cdot d\psi$ (bei A), gesehen von den Punkten P und A'' aus, so hat man

$$(ds)_P : (ds)_{A''} = (\varrho + \varrho''): \varrho = 1 + \frac{\varrho''}{\varrho}$$

$$(ds)_{A''} = \frac{1}{2}(ds)_M = \frac{1}{2}\, d\psi$$

und die Gleichung (1) giebt

$$u_P = \frac{1}{\pi} \cdot \int u\,(ds)_P - \frac{1}{2\pi} \cdot \int u\,(ds)_M =$$

$$\frac{1}{\pi}\int u\,(ds)_P - \frac{1}{2\pi}\int u\,d\psi \qquad (3)$$

Vgl. die Potentiale von Doppelbelegungen und die Neumann'sche Methode des arithmetischen Mittels.

§ 5. Will man die am Schluss von § 1 besprochene Abbildung funktionentheoretisch machen und ist wieder R der Kreisradius, $z = o$ der Kreismittelpunkt und $z_0 = r\,e^{\varphi i}$ (bisher P) derjenige Punkt, zu dem die Mitte der neuen Kreisfläche gehören soll, dann handelt es sich um eine lineare Funktion, $\zeta = C \cdot \frac{z - z_0}{z - z_0'}$, in der noch z_0' und C zu bestimmen sind. Damit zu $|z| = R$ ein Kreis $|\zeta| = \text{const}$ gehört, muss der Kreis $|z| = R$ in dem Büschel mit den Nullkreisen z_0 und z_0' enthalten sein. Das giebt leicht

$$z_0' = \frac{R^2}{r} e^{\varphi i}.$$

Die neue Kreisfläche hat den Radius $\frac{|C| \cdot r}{R}$, und eine kurze Rechnung führt zur Formel (2).

Beiläufig sei bemerkt: $C = \frac{R^2}{r} \cdot e^{\gamma i}$ liefert eine neue Kreisfläche vom Radius R, und wenn man beide Kreisflächen zusammenfallen lässt und γ gleich φ setzt, so hat man genau diejenige Transformation der Kreisfläche in sich selbst, welche aus der in § 2 zunächst betrachteten durch Spiegelung an MC hervorgeht, d. h. diejenige, bei welcher A'' zu A gehört (Fig. 1).

In § 4 der Schwarz'schen Arbeit im 74. Band des J. f. M. — Werke II S. 181 ff. — wird der Wert des Potentials an einer beliebigen inneren Stelle der Kreisfläche mittels des Green'schen Satzes entwickelt. Dabei tritt dasselbe Kreisbüschel auf, wie hier im Anfang dieses Paragraphen. Dieser Umstand und auch die Wahl des Hülfspotentials u' lassen annehmen, dass Herr Schwarz zu seinem Verfahren durch den Gedanken an die conforme Abbildung gekommen sein kann, wenn er auch schliesslich in der Darstellung seines Beweises ganz davon abging.

§ 6. Bisher wurde ein Potential in der Kreisfläche als gegeben betrachtet. Jetzt sei am Rand des Kreises $|z| \leqq R$ eine Funktion gegeben — $f(\psi)$ im Punkte $Re^{\psi i}$ —, die in endlichen Grenzen bleibt und höchstens eine endliche Anzahl Unstetigkeitsstellen hat. Für jede solche Stelle ψ_k mögen bestimmte Werte $f(\psi_k + o)$ und $f(\psi_k - o)$ vorhanden sein. Gefragt wird, ob es ein im Innern der Kreisfläche stetiges Potential giebt, welches die gegebenen Randwerte hat.

Setzt man in der Formel (2) von § 3 $f(\psi)$ an Stelle von $u(R, \psi)$, so entsteht eine Funktion $u(r, \varphi)$, die für $r < R$ stetig ist und deren Differentiation nach r und φ unter dem Integralzeichen erfolgen darf. $\frac{R^2 - r^2}{R^2 - 2Rr \cdot \cos(\psi - \varphi) + r^2}$ ist als reeller Teil von $\frac{z + z_0}{z - z_0}$ $\left(\text{bei } z = Re^{\psi i},\ z_0 = r e^{\varphi i}\right)$ ein Potential, desshalb gilt gleiches von $u(r, \varphi)$ im Kreisinnern.

Nach den früheren Betrachtungen ist aber $u(r, \varphi)$ das arithmetische Mittel aus derjenigen Anordnung der Randwerte

$f(\psi)$, welche durch Vertauschung der Werte in den Endpunkten jeder durch z_0 gehenden Sehne erhalten wird. Dies ermöglicht einen sehr anschaulichen Beweis für Annäherung von $u(r, \varphi)$ an $f(\psi)$, wenn der Punkt P, $re^{\varphi i}$, sich der Randstelle $Re^{\psi i}$ annähert und wenn diese Randstelle keine Unstetigkeitsstelle der Randwerte ist. Und zwar darf dabei die Annäherung an die Randstelle in beliebiger Richtung erfolgen, wobei besonders hervorgehoben sei, dass eine gleichmässige Annäherung an den Randwert erfolgt, d. h. dass die Funktion, welche im Innern der Kreisfläche durch $u(r, \varphi)$ und am Rande durch die gegebenen Randwerte definiert ist, gleichmässig stetig ist in ganzer Ausdehnung der Kreisfläche, wofern nur kleine Umgebungen der singulären Randstellen ausgeschlossen werden.

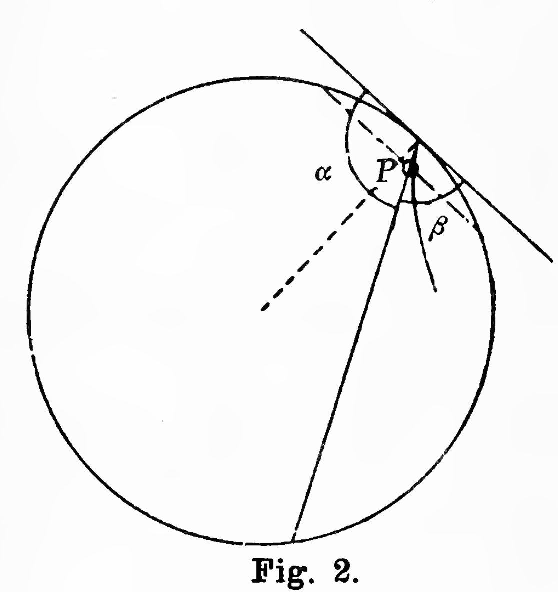


Fig. 2.

Ferner erhält man aus denselben Grundgedanken die Bestimmung des Grenzwertes von $u(r, \varphi)$ für die Annäherung an eine singuläre Stelle. Und zwar kommt man für geradlinige Annäherung an den Randpunkt $Re^{\psi_k i}$ zu dem Grenzwert $\frac{\alpha}{\pi} \cdot f(\psi_k - o) + \frac{\beta}{\pi} \cdot f(\psi_k + o)$, wenn α und β die in der Figur angegebenen Winkel sind. Annäherung an die Randstelle auf einer krummen Linie ist leicht auf den vorigen Fall zurückzuführen, indem man das letzte Stück der krummen Linie beliebig eng zwischen zwei gerade Linien einschliesst; man findet, dass der Grenzwert derselbe ist, wie wenn die Annäherung auf der letzten Tangente der krummen Linie erfolgte.

Im Einzelnen gehe ich auf die Beweise der ausgesprochenen Sätze hier nicht ein. Sie folgen unmittelbar aus der Umordnung der Randwerte unter Benutzung der in Fig. 2 enthaltenen Vierteilung der Randlinie.

§ 7. Das Verhalten des Potentials $u(r, \varphi)$ am Rand der Kreisfläche macht man sich am anschaulichsten klar, wenn man $u(r, \varphi)$ als Ordinate einer Fläche betrachtet. Die gegebenen Randwerte liefern Curvenstücke auf der durch den Kreisrand bestimmten Cylinderfläche. An den Sprungstellen der Randwerte treten die senkrechten geradlinigen Strecken zwischen den Endpunkten der genannten Curvenstücke hinzu, und so entsteht eine geschlossene Randlinie für die Potentialfläche. Die Fläche schliesst sich ihrer Randlinie überall stetig an, und an den senkrechten geradlinigen Stücken der Randlinie hat sie das Verhalten wie eine windschiefe Schraubenfläche mit horizontaler Richtebene und vertikaler Axe (wobei die halbe Ganghöhe gleich der sprungweisen Anderung der Randfunktion ist), d. h. die Potentialfläche osculiert dort diese Schraubenfläche. Übrigens ist bei solcher geometrischen Versinnlichung zu beachten dass an den krummlinigen Randstücken die Potentialfläche nicht ohne Weiteres bestimmte Tangentialebenen zu haben braucht. — Die Fläche hat überall negative (hyperbolische) Krümmung.

In der Geschäftssitzung vom 9. Mai, in welcher Kassenbericht und Vorstandswahl (Director: Prof. A. Kossel; Ausschuss: GRR. Bauer, Prof. E. Hess, Prof. E. Kayser) Hauptgegenstand der Verhandlung waren, wurde der Privatdocent für Mathematik: Herr Dr. Friedrich von Dalwigk zum ausserordentlichen Mitglied der Gesellschaft gewählt.

Aufgelegte Schriften:

Informe del Museo Nacional de Costa Rica. San José 1899.
Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and philosophical Society. Vol. 43, Part. IV, V; Vol. 44, Part 1 u. 2. Manchester 1899.
Bulletin of the New York Public library. Vol. III, Nr. 7—12; Vol. IV, Nr. 1—3. New York 1899/1900.
Johns Hopkins University Circulars. Vol. XVIII, Nr. 141; Vol. XIX, Nr. 142, 143. Baltimore 1899/1900.
Smithsonian Miscellaneous Collections. Vol. 39, 1173 North American Fauna, Nr. 15 (doppelt). Washington 1899.
Boletin de la Academia Nacional de Ciencias en Cordobà. Tom. XVI, Entr. 1. Buenos Aires 1899.
Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia. 1899. Part. I u. II. Philadelphia 1899.
Bulletin II of the Chicago Academy of Sciences and Annual Report. 1897.
The American Naturalist. Vol. 33, H. 391—396; Vol. 34, Nr. 397—399. Boston 1899/1900.
Bulletin de la Société de Géographie d'Alger. Année 4, 2. Alger 1899.
Bulletin of the Essex Institute, Vol. 28, 7—12; Vol. 29, 7—12; Vol. 30, 1—6. Salem 1896/98.

Von der University of the State of New York:

State Museums Report. 492. New York 1895.

Von der United State Geological Survey:

18. Report. Part. I, III, IV; 19. Report, Part. I, IV, VIa et b. Washington 1897/99.
Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn. 1899. 1. Hälfte. Bonn 1899.
Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der pr. Rheinlande, Westfalens etc. Jahrg. 56. 1. Hälfte. Bonn 1899.
Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins Schleswig-Holsteins. Bd. XI, Heft 2. Kiel 1898.
Polichia, Jahrg. LVI, Nr. 12, 1898.
Abhandlungen der naturhistorischen Gesellschaft in Nürnberg, Bd. XII. Nürnberg 1899.
11. Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaft in Braunschweig. Braunschweig 1899.
Cataloges van de Bibliothek van het bataafske Genootschap. Rotterdam 1899.

Sitzungsberichte
der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften
zu
Marburg.

Nro. 5 Juni 1900

In der Sitzung vom 20. Juni 1900 sprach Herr F. Kutscher über:

„Die Selbstverdauung der Hefe“.

Bekanntlich sind zuerst die proteolytischen Enzyme der Warmblüter bekannt geworden und näher studirt. Gehen wir von den Verhältnissen aus, die wir bei den Warmblütern finden, so sehen wir, dass dieselben zwei ihrer Wirkungsweise nach verschiedene eiweissverdauende Enzyme abscheiden. Das eine wird vom Magen abgesondert, es ist das Pepsin, das zweite secernirt die Bauchspeicheldrüse, wir nennnen das letztere Trypsin. Beide, sowohl das Pepsin wie das Trypsin sind uns ihrer chemischen Natur nach nicht bekannt, da alle Versuche, sie rein darzustellen, bisher missglückt sind. Um sie zu unterscheiden und näher zu bestimmen müssen wir daher ihre Wirkungsweise näher betrachten.

Nun ist schon das Medium, in dem sich die beiden Enzyme gelöst befinden, wesentlich verschieden. Der Magensaft ist eine stark saure Flüssigkeit, deren saure Reaktion durch freie Salzsäure bedingt wird, während das Pankreassekret, in dem das Trypsin sich gelöst befindet, alkalisch reagirt.

Diesem Befunde entsprechend müssen wir, um das Pepsin zur Wirkung zu bringen, stets für salzsaure Reaktion der Verdauungsflüssigkeit sorgen und das Pepsin erreicht das Maximum

seiner Wirksamkeit, wenn die Verdauungsflüssigkeit 0,1—0,4 % freier Salzsäure enthält. Unter dieser Bedingung vollzieht sich der Abbau der Eiweisskörper durch das Pepsin nach folgendem Schema:

Natives Eiweiss
||
Syntonin
// \\
Propeptone u. Peptone[1])

Im Gegensatz zum Pepsin, das nur in salzsaurer Lösung wirkt, bei neutraler Reaktion der Verdauungsflüssigkeit inaktiv ist und bei alkalischer Reaktion derselben schnell zu Grunde geht, findet das Trypsin das Optimum für seine Wirkung, wenn die Verdauungsflüssigkeit 0,25—0,5 % Soda enthält. Unter dieser Bedingung vollzieht sich der Abbau der Eiweisskörper durch das Trypsin nach folgendem Schema:

Natives Eiweiss
// \\
Propeptone u. Peptone
// \\
Ammoniak, Tyrosin, Leucin, Histidin, Arginin, Lysin,
Asparaginsäure u. Glutaminsäure.

Das schnelle Auftreten der einfachen Endprodukte der Trypsinverdauung wie Ammoniak etc. zeigt, dass die Wirkung des Trypsins weit energischer wie die des Pepsins ist, ausserdem ist sie universeller, da das Trypsin auch bei neutraler und schwach saurer Reaktion der Verdauungsflüssigkeit das Eiweiss

---

1) Wahrscheinlich ist damit die Wirksamkeit des Pepsins nicht beendet, sondern es entstehen, wie aus den Arbeiten von Hoppe-Seyler (Zeitschrift f. physiol. Chemie, Bd. 2, S. 228), Hirschler (Zeitschrift f. physiol. Chemie, Bd. 11, S. 25 ff.) und Lawrow (Zeitschrift f. physiol. Chemie, Bd. 26, S. 513) hervorgeht, noch Substanzen, die bereits weiter ab vom nativen Eiweiss stehen. Dieselben sind durch Hirschler, der die Peptone durch Phosphorwolframsäure ausfällte, ihrer Menge nach bestimmt worden. Wir sind jedoch über ihre Natur noch wenig unterrichtet und habe ich sie daher in obigem Schema nicht aufgenommen.

schnell spaltet, sofern die saure Reaktion durch eine organische Säure bedingt ist.

Als man nach dem Auffinden des Pepsins und Trypsins den proteolytischen Enzymen weiter nachging, fand man sie ausserordentlich weit verbreitet im Thier- und Pflanzenreiche. Da es jedoch nicht glückte, die neuentdeckten Enzyme rein darzustellen, musste man auf die von den Physiologen für das Pepsin und Trypsin erarbeiteten Kenntnisse zurückgreifen. Meist begnügte man sich festzustellen, ob die neuen Enzyme bei saurer oder alkalischer Reaktion zur Wirkung kamen, um sie als peptische oder tryptische zu bezeichnen. Häufig beschränkte man sich noch weiter und nannte, sobald man nur eine Verflüssigung von Eiweiss durch Enzymwirkung konstatirt hatte, das Enzym ganz nach Belieben ein peptisches oder tryptisches.

Das Letzte gilt namentlich von den proteolytischen Enzymen, mit denen die niedrigsten pflanzlichen Lebewesen, die Bakterien, reichlich ausgestattet sind, und doch können wir von vornherein für die Bakterien mit Sicherheit die Erzeugung peptischer Enzyme ausschliessen. Wir brauchen uns nur die Lebensbedingungen der Bakterien zu vergegenwärtigen. Durch zahlreiche Versuche ist festgestellt, dass die Bakterien durch verdünnte anorganische Säuren, namentlich auch durch eine Salzsäure von 0,1—0,4 %, die der Magensalzsäure ihrer Concentration nach entsprechen würde, abgetötet werden. Danach aber ist nicht anzunehmen, dass die Bakterien ein proteolytisches Enzym absondern werden, welches das Optimum seiner Wirksamkeit in einer Flüssigkeit erreicht, in der die Bakterien selbst nicht leben können.

Ob die Bakterien ein tryptisches Enzym abzusondern vermögen, ist mir zum mindesten zweifelhaft. Allerdings hat man unter den Spaltungsprodukten des Eiweisses, die durch Bakterienenzyme bei alkalischer Reaktion der Flüssigkeit erzeugt sein mussten, Ammoniak, Tyrosin und Leucin gefunden, Produkte, welche ja auch bei tryptischer Verdauung auftreten. Daneben hat man dann aber meist Indol und Skatol erscheinen sehen, Körper, welche als besonders charakteristische Spaltungsprodukte

aus dem Eiweiss unter der Einwirkung von schmelzendem Kali gleichzeitig mit Ammoniak, Leucin und Tyrosin hervorgehen. Danach scheint bei den Bakterien ein proteolytisches Enzym weit verbreitet zu sein, das das Eiweiss nach Art des schmelzenden Kalis zersetzt. Das Trypsin dagegen wirkt auf das Eiweiss wie eine starke siedende Säure ein. Unter den charakteristischen tryptischen Verdauungsprodukten tritt daher niemals Indol und Skatol, sondern die Hexonbasen, weiter Asparaginsäure und Glutaminsäure auf, und bis es nicht gelungen ist, die letztgenannten Spaltungsprodukte neben Ammoniak, Leucin, Tyrosin als Abbauprodukte des Eiweisses durch Bakterienenzyme nachzuweisen, müssen wir das Vorhandensein tryptischer Bakterienenzyme als mindestens zweifelhaft betrachten.

Nicht besser wie über die Bakterienenzyme sind wir über die proteolytischen Enzyme der Hefen unterrichtet, bei denen die Beobachtung noch dadurch erschwert ist, dass die Enzyme nur selten nach Aussen abgeschieden werden, sondern intracellulär zur Wirkung kommen. Die ersten Angaben, welche auf das Vorhandensein starker proteolytischer Enzyme im Inneren der Hefezellen hinweisen, verdanken wir Schützenberger[1]) und Kossel[2]). Die beiden genannten Forscher überliessen gewaschene Hefe der Selbstgährung bei 37—40° und konnten danach eine starke Zunahme der wasserlöslichen Substanzen festzustellen. Unter denselben fanden sie in reichlicher Menge Tyrosin, Leucin, freie Alloxurbasen und freie Phosphorsäure. Es sind das lauter Substanzen, die nur aus zersetzten Nucleinen und Eiweisskörpern der Hefe stammen konnten. Die folgenden Arbeiten von Salkowski (Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 13 S. 506 u. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 17 Suppl.) u. Hahn (B. d. deut.-chem. Gesell. Bd. 31 S. 200 u. 2335) haben über die Natur des proteolytischen Enzyms in der Hefe und den Abbau, den die Eiweisskörper durch dasselbe erfahren nichts wesentlich Neues ergeben.

1) Bulletin de la société chimique de Paris. T. 21. 1874. S. 194 u. 204, weiter „Die Gährungserscheinungen" 1876.

2) Zeitschrift f. physiol. Chemie, Bd. 4 S. 294 u. Bd. 7, S. 14.

Um mich über das proteolytische Enzym zu unterrichten das die Zersetzung bewirkt haben musste, habe ich einige Selbstverdauungen mit Hefe vorgenommen.

Die Versuchsanordnung, deren ich mich bediente, war eine sehr einfache. Frische Brauereihefe, die ich in grosser Reinheit aus einer hiesigen Brauerei beziehen konnte, wurde durch Dekantation mit eiskaltem Wasser sorgfältig ausgewaschen. Darauf wurde sie in ein verschliessbares Gefäss gebracht, in Wasser aufgeschwemmt, mit Chloroform versetzt, und das Ganze wohl verschlossen in einen auf 37° C eingestellten Brutschrank gesetzt. Durch das Chloroform wird die Hefe schnell getötet wodurch der Inhalt der Hefezellen dem Enzym zugänglich wird Unter der Einwirkung des proteolytischen Enzyms schrumpft das Volum der in Verdauung gegebenen Hefe stark, die Flüssigkeit über der Hefe nimmt rasch saure Reaktion an und zeigt zunächst lebhafte Biuretreaktion. Nach einiger Zeit verschwindet dieselbe jedoch bis auf Spuren oder gänzlich. Damit ist natürlich die Verdauung beendet.

Aus der schwach gelbgefärbten, klar über den ausgelaugten Hefezellen stehenden Verdauungsflüssigkeit lassen sich die Spaltungsprodukte der verdauten Eiweisskörper ohne sonderliche Mühe isolieren.

Schon beim Eindampfen der Verdauungsflüssigkeit krystallisiren Leucin und Tyrosin. Aus dem Filtrate hiervon habe ich nach den am hiesigen Institute üblichen Methoden die Hexonbasen, Histidin, Arginin u. Lysin in reichlicher Menge gewonnen. Weiter habe ich Asparaginsäure in Form von asparaginsaurem Kupfer isolieren und die Bildung von Ammoniak während der Selbstverdauung der Hefe durch Destillation eines Theiles der Verdauungsflüssigkeit mit Magnesia nachweisen können.

Demnach entstehen bei der Selbstverdauung der Hefe genau wie bei einer Selbstverdauung des Pankreas durch das Trypsin zunächst Propeptone u. Peptone, die schnell in Ammoniak, Tyrosin, Leucin, die Hexonbasen und Asparaginsäure weiter zerfallen. Glutaminsäure ist bisher bei der Selbstverdauung der

Hefe noch nicht nachgewiesen, doch entsteht auch sie sehr wahrscheinlich. Das Schema, nach dem der Abbau des Eiweisses bei der Selbstverdauung der Hefe erfolgt, ist demnach mit dem für die Trypsinwirkung aufgestellten identisch.

Nur in einer Beziehung scheint das intracelluläre proteolytische Enzym der Hefe von dem Trypsin in seiner Wirkungsweise abzuweichen. Es scheint nämlich das Maximum seiner Wirkung zu entfalten, wenn die Verdauungsflüssigkeit durch freie Phosphorsäure oder saure phosphorsaure Alkalien schwach sauer reagirt. Aber auch bei schwach alkalischer Reaktion der Verdauungsflüssigkeit wirkte es noch kräftig, doch war die Ausbeute an den krystallinischen Verdauungsprodukten eine geringere und die Isolirung derselben wurde durch schmierige Nebenprodukte etwas erschwert. Nach dem Vorstehenden glaube ich mit Recht das proteolytische Enzym der Hefe als ein dem Trypsin der Warmblüter nahe verwandtes, vielleicht sogar identisches ansprechen zu können.

Dass die von mir benutzte Methode einer ausgedehnten Anwendung fähig ist, um uns über die intracellulären Enzyme der Mikroorganismen zu unterrichten, ist klar. Sobald sie sich wie die Hefe in Massenkulturen gewinnen und auswaschen lassen, muss ihre Selbstverdauung uns eine schnelle Antwort auf die Frage nach dem Vorhandensein proteolytischer intracellulärer Enzyme und deren Natur geben. Siehe hierzu Buchners Arbeiten in der Münch. med. Wochenschrift Jahrg. 1899 Nr. 39 und 40.

Die von mir gewonnenen Resultate sind glaube ich auch geeignet die vielumstrittene Leukocytentheorie in etwas zu klären. Bekanntlich nahm Metschnikoff in seiner ursprünglichen Theorie an, dass die Leukocyten des Körpers die eingedrungenen Bakterien aufnehmen und fressen. Man hat gegen die Theorie Metschnikoffs eingewandt, dass den Leukocyten intracelluläre proteolytische Enzyme fehlen. Ich glaube mit Unrecht, denn es wäre sehr merkwürdig, wenn nur die niedrigsten Pflanzen mit derartigen Enzymen von bisher ungeahnter Energie begabt wären, die niedersten Thiere dagegen nicht. Sollte sich nun in

der That das Vorhandensein ähnlicher kräftiger Enzyme in den Leukocyten nachweisen lassen, dann würden die Angaben Metschnikoffs sich völlig bestätigen. Die Bakterien würden in Wirklichkeit von den Leukocyten gefressen und verdaut werden.

Da jedoch die von den Leukocyten aufgenommenen Bakterien nicht wie leblose Fremdkörper sich verhalten, sondern in vielen Fällen das Vermögen besitzen, starke proteolytische Enzyme extracellulär also in das Protoplasma des Leukocyten abzusondern, die natürlich das Protoplasma des Leukocyten angreifen müssen, so wird sich häufig der Kampf zwischen Leukocyten u. Bakterien zu einem Kampf ihrer proteolytischen Enzyme zuspitzen. Und je nachdem das eine oder andere Enzym schneller und energischer wirkt, wird entweder der Leukocyt das Bakterium oder das Bakterium den Leukocyten fressen und verdauen.

Zu der vorstehenden Arbeit wurden mir die Mittel aus der Gräfin Bose-Stiftung gewährt.

In derselben Sitzung sprach Herr A. Schwantke über:

Oxyhämoglobinkrystalle aus Taubenblut.

Die Krystalle wurden im Dezember vorigen Jahres dem Verf. von Herrn Professor A. Kossel gütigst zur Untersuchung übergeben. Das Material war zu einer makroskopischen Messung geeignet, durch die die Krystalle, ebenso wie durch die optische Beobachtung, als tetragonal tetraëdrisch (sphenoidisch) hemiëdrisch, Combination $p + (111)$, $m(110)$, Axenverhältnis $a:c = 1:1{,}175$, erkannt worden. Eine ausführliche Mitteilung über die Untersuchung erscheint in Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiologische Chemie, auf die hier verwiesen sein mag.

Eine beobachtete Weichheit der Krystalle sowie eine über die Fehlergrenzen hinausgehende Schwankung in den Winkelwerten deuten darauf hin, dass die Krystalle die interessanten Eigenschaften der „Krystalloide“ besitzen. Die Zugehörigkeit der Blutkrystalle zu diesen Körpern geht schon aus den Untersuchungen K. E. Reichert's hervor (Beobachtungen über eine

eiweissartige Substanz in Krystallform. Müllers Archiv für Anatomie und Physiologie 1849, 197 ff.), der an Krystallen aus Meerschweinchenblut das Vermögen der Quellbarkeit unter Erhaltung der äusseren Form mit Sicherheit nachgewiesen hat und dem deshalb das Verdienst gebührt, zum ersten Male auf diese interessanten Körper aufmerksam gemacht zu haben. Seine Unterruchungen sind aber in der Folge nicht fortgesetzt worden, obgleich gerade die Blutkrystalle seitdem eine häufige und eingehende Bearbeitung gefunden haben. Die allgemeine Aufmerksamkeit wurde erst durch die Arbeiten F. Cohn's und Nägeli's, der auch den Namen Krystalloide einführte, auf die Eigenschaften dieser Körper gelenkt, und man fand dieselben dann auch an den Dotterplättchen und anderen Krystalloiden tierischen Ursprungs wieder, es gelang auch auf künstlichem Wege durch Krystallisation aus Lösungen pflanzlicher Proteïnkörper und durch Darstellung von Metallsalzen dieser Krystalloide zu gewinnen. Auch die Albuminkrystalle tierischen Ursprungs, deren Darstellung in neuerer Zeit gelang, zeigten in ausgezeichneter Weise die Fähigkeit der Imbibition.

Verf. erläuterte das Verhalten der Krystalloide, wie es namentlich durch die Arbeiten A. F. W. Schimper's (Über die Krystallisation der eiweissartigen Substanzen, Zeitschrift für Krystallographie 1881. 5. 131 ff) und neuerdings durch L. Maillard (La Cristallisation des matières albuminoïdes et les cristalloïdes protéiques de la micrographie. Revue générale des sciences pures et appliquées. Paris 1898 T. IX. 608 ff) und A. Wichmann (Über die Krystallformen der Albumine. Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiologische Chemie 1899. XXVII. 575 ff) bekannt ist.

Wie die beschriebenen Blutkrystalle so sind jedenfalls auch die übrigen Krystalloide, wenn auch eine durch ihre eigentümlichen Eigenschaften besonders charakterisierte Gruppe, doch echte Krystalle, indem sie nicht nur in der krystallographischen Form und dem optischen Verhalten den gewöhnlichen Krystallen gleichen, wie diese durch Concentration der Lösung oder Bildung

einer schwerer löslichen Modification krystallisieren und teilweise auch unter einander oder in ihren Salzen isomorph sind, sondern sich auch in ihren eigenartigen Erscheinungen durchaus krystallographisch verhalten, indem die Quellung und Auflösung in krystallographisch gleichwertigen Richtungen gleich, in verschiedenwertigen Richtungen ungleich verläuft, die Änderung und Schwankung der Krystallwinkel der krystallographischen Symmetrie entspricht und auch das optische Verhalten bei der Aufquellung sich gesetzmässig ändert.

Eine Erklärung des eigentümlichen Verhaltens der Krystalloide ist noch nicht gegeben. Wichtig dafür wird die Entscheidung sein, ob sie aus zwei verschiedenen Substanzen bestehen, wie es Nägeli beobachtete, der mit Glycerin aus pflanzlichen Krystalloiden einen Stoff ausziehen konnte, worauf ein fester homogener Körper von der Gestalt des ursprünglichen Krystalloids zurückblieb was von Schimper bestätigt wurde, (wonach man etwa der ersteren Substanz die Quellbarkeit und der zweiten das Krystallisationsvermögen zuschreiben könnte) oder ob sie, wie die meisten Autoren annehmen und in manchen Fälle gewiss ist, Krystalle einer homogenen Substanz sind, der als solcher die genannten Eigenschaften zukommen, die dann vielleicht eine Folge der „Complexität des Eiweissmoleküls“ (Maillard) sind. Es bestehen auch zwischen den verschiedenen Gliedern dieser Gruppe zum Teil beträchtliche Unterschiede, deren genaue Erkennung für die Kenntnis dieser Körper von Wichtigkeit sein wird.

Bemerkenswert ist auch, dass alle diese Körper, soweit ihre Krystallform mit Sicherheit erkannt oder wahrscheinlich ist, hemiëdrischen Abteilungen der betreffenden Systeme angehören.

Jedenfalls bieten diese Körper noch ein reiches und dankbares Arbeitsfeld. Nicht zum Wenigsten scheinen die Blutkrystalle zu Objekten dieser Untersuchungen geeignet, da sie verhältnismässig leicht und in brauchbarer Grösse und Beschaffenheit zu erhalten sind. Auch die krystallographische Untersuchung wird geeignet sein, zur Kenntnis der gegenseitigen Beziehungen dieser Körper beizutragen.

In derselben Sitzung hielt Herr F. Ransom den angekündigten Vortrag über:

Die Verbreitungswege des Tetanusgiftes und des Tetanusantitoxins im Thierkörper.

Die Versuche bei intravenöser Injection des Giftes bezw. des Antitoxius sind schon in extenso veröffentlicht worden. Als Versuchs-Thiere dienten hauptsächlich Hunde. Die Ergebnisse nach subcutaner Verabreichung des Giftes waren ganz unzweideutig. Das Gift fliesst mit der Lymphe aus dem subcutanen Gewebe in die Lymphgefässe und erreicht so die Blutbahn. Von den Blutcapillaren wird es nicht oder nur in sehr kleinen Mengen aufgenommen. Etwas Gift war zwar in den Blutproben nachweisbar, jedoch ungleich weniger als in der Lymphe. Nach subcutaner Injection von kleineren Giftmengen kann es 3 bis 4 Stunden dauern, ehe die Lymphe des Ductus Thoracicus Gift in nachweisbarer Menge enthält; sogar nach Verabreichung einer sicher tötlichen Dosis erscheint das Gift viel langsamer in der Lymphe des Ductus Thoracicus, als man nach der natürlichen Geschwindigkeit des Lymphstromes hätte erwarten müssen.

Die Versuche mit Tetanusantitoxin ergaben ganz analoge Resultate. Das Antitoxin wird mittelst der Lympfbahnen in den Blutkreislauf geführt. Die Blutcapillaren nehmen das Antitoxin nicht oder nur in sehr kleinen Mengen unmittelbar aus dem subcutanen Gewebe auf.

Die Neutralisationsverhältnisse im Thierkörper wurden durch folgenden Versuch ermittelt: Ein Hund erhielt intravenös eine sicher tödliche Dosis Toxin, der 24 Stunden später eine grössere Dosis Antitoxin gleichfalls intravenös nachgeschickt wurde. Vor der Antitoxininjection wurden Proben von Blut und Lymphe entnommen, dieselben erwiesen sich als giftig. Eine Viertelstunde nach der Antitoxininjection war das kreisende Blut giftfrei (früher ist nicht geprüft worden). Die Lymphe, welche während der ersten Viertelstunde nach der Antitoxininjection abfloss, enthielt weniger Gift als vorher; während der zweiten Viertelstunde wurde diese Giftmenge kleiner; in der Lymphe

der dritten Viertelstunde war kein Gift mehr nachweisbar. — Nicht nur das sich im Blute befindende, sondern auch das aus der Blutbahn ausgetretene, sich in der Lymphe aufhaltende Gift wird vom nachgeschickten Antitoxin schnell erreicht und neutralisirt.

Es wurde auch über den Befund nach intracerebraler bezw. subarachnoidaler Injection berichtet. Die Frage, ob das Toxin bezw. das Antitoxin aus dem subarachnoidalen Raum in den allgemeinen Blutkreislauf gelangen kann, wird, was das Antitoxin betrifft, von v. Leyden und Blumenthal [1]) bejaht. Verfasser hat Versuche bei Meerschweinchen nach Stich in das Gehirn und bei einem Hunde nach Lumbalpunktion ausgeführt. In allen Fällen ging ein grosser Theil des Antitoxins schnell in die Blutbahn über. Die Verhältnisse nach Giftinjection wurden ähnlich gefunden. Die Versuche sind an Meerschweinchen, Kaninchen und einem Hunde durch Stich in das Gehirn und an einem anderen Hund durch Lumbalpunktion gemacht worden. In allen Fällen liess sich eine grössere Menge Gift in der Blutbahn nachweisen.

Jetzt machte der Verfasser den Versuch umgekehrt, indem er Toxin bezw. Antitoxin in die Blutbahn injicirte und die Cerebrospinalflüssigkeit untersuchte. Die Versuche waren an Hunden ausgeführt. Nach intravenöser Injection von Toxin konnte V. kein Gift in der Cerebrospinalflüssigkeit finden, obschon Proben zu verschiedenen Zeiten nach der Verabreichung zur Prüfung entnommen wurden. Dieser Befund ist im Einklang mit den Berichten von Tetanusfällen bei Menschen, nur will Stintzing [2]) einmal Gift in der Cerebrospinalflüssigkeit eines tetanuskranken Menschen gefunden haben. Bei Ziegen haben Blumenthal und Jacob [3]) kein Gift nachweisen können.

Einem andern Hunde hat der V. Antitoxin intravenös gegeben, konnte aber in der Cerebrospinalflüssigkeit kein Antitoxin finden, obschon es zur selben Zeit reichlich im Blute vorhanden war.

---

1) Der Tetanus, v. Leyden und Blumenthal in Nothnagel's specielle Pathologie und Therapie, V. Bd., II. Theil.

2) Stintzing R., Grenzgebiete der Med. u. Chir. Bd. III. Heft 3 u. 4. 1898.

3) Blumenthal und Jacob, Berl. kl. Wochenschrift, 1898, Nr. 49.

In derselben Sitzung macht Herr Prof. Hans Meyer im Anschluss an seine früher (am 18. Jan. 1899) vorgetragene

Theorie der Alkoholwirkung

eine weitere Mittheilung, die zur Stütze jener Theorie geeignet erscheint. Lässt man nämlich die alkoholartig narcotisirenden Stoffe auf Thiere bei verschiedenen Temperaturen einwirken, so ist die Wirkungsstärke eine jeweils verschiedene: einige von jenen Stoffen wirken bei niederer Temperatur stärker als bei höherer, andere umgekehrt. So zeigte es sich, dass Kaulquappen, die auf + 3° C. temperirt waren, durch Salicylamid, Benzamid, Monoacetin schon in viel geringeren Concentrationen narcotisirt wurden als solche, die bei + 26° C. bis + 30° C. gehalten wurden. Umgekehrt wirkte Alkohol, Aceton und Chloralhydrat bedeutend stärker auf die erwärmten als auf die abgekühlten Tiere. Es wurde nun für diese betreffenden Stoffe der Theilungscoefficient in einem Gemisch von Wasser und Oel bei + 3° C. und bei + 30° C. bestimmt, und es zeigte sich, dass der Theilungscoefficient der drei erstgenannten Substanzen (Salicylamid, Benzamid, Monoacetin) bei 3° C. sehr viel grösser ist als bei 30° C., der der anderen dagegen (Alkohol, Aceton, Chloralhydrat) sehr viel kleiner. Die Resultate entsprechen mithin vollständig den von der Theorie geforderten Verhältnissen.

In derselben Sitzung (20. Juni 1900) wurde durch Herrn E. Hess folgende Mittheilung des auswärtigen Mitgliedes, Herrn Professor E. Study in Greifswald eingereicht:

Beweis und Erweiterung eines von Herrn E. Hess angegebenen Satzes.

Es seien gegeben zwei Tetraeder, $x_1 \ldots x_4$ und $y_1 \ldots y_4$, deren Ecken x_i, y_i in der durch die Indices $1 \ldots 4$ angegebenen Art einander zugeordnet sind; $u_1 \ldots u_4$ und $v_1 \ldots v_4$ seien

der Reihe nach die den Ecken gegenüberliegenden Flächen, so dass etwa

$$(u_1 x) = -(x_2 x_3 x_4 x), \qquad (u_2 x) = (x_3 x_4 x_1 x),$$
$$(u_3 x) = -(x_4 x_1 x_2 x), \qquad (u_4 x) = (x_1 x_2 x_3 x),$$

und, wenn

$$\triangle_x = (x_1 x_2 x_3 x_4), \qquad \triangle_y = (y_1 y_2 y_3 y_4)$$

gesetzt wird, $\triangle_x \neq 0$, $\triangle_y \neq 0$, und z. B.

$$\triangle_x \cdot (ux) = (u_1 x)(ux_1) + (u_2 x)(ux_2) + (u_3 x)(ux_3) + (u_4 x)(ux_4).$$

Die Verbindungslinien entsprechender Ecken der beiden Tetraeder mögen $\mathfrak{P}_i$, die Schnittlinien entsprechender Ebenen $\mathfrak{Q}_i$ genannt werden $(i = 1, 2, 3, 4)$. Der Kürze halber wollen wir annehmen, dass die Geraden $\mathfrak{P}_i$ völlig bestimmt sind, und dass keine zwei von ihnen einander schneiden. Damit werden einige ohne Weiteres aufzuzählende specielle Lagen der beiden Tetraeder ausgeschlossen.

Wir bilden jetzt die aus je zweien der Geraden $\mathfrak{P}_i$ oder $\mathfrak{Q}_i$ abzuleitenden bilinearen Invarianten, nämlich

$$(\mathfrak{P}_i \mathfrak{P}_k) = (x_i y_i x_k y_k), \; (\mathfrak{Q}_i \mathfrak{Q}_k) = (u_i v_i u_k v_k) \; (i \neq k).$$

Wenige Zeilen Rechnung zeigen nun, dass die sechs Grössen $(\mathfrak{Q}_i \mathfrak{Q}_k)$ Producte von je drei Factoren sind: Bedeuten i, k, l, m die Indices 1 . . . 4 in irgend einer Anordnung, so ist immer

$$(\mathfrak{Q}_i \mathfrak{Q}_k) = \triangle_x \cdot \triangle_y \cdot (\mathfrak{P}_l \mathfrak{P}_m),$$

also:

$$(\mathfrak{Q}_i \mathfrak{Q}_k)(\mathfrak{Q}_l \mathfrak{Q}_m) = \triangle_x^2 \cdot \triangle_y^2 \cdot (\mathfrak{P}_i \mathfrak{P}_k)(\mathfrak{P}_l \mathfrak{P}_m).$$

Es kann also, unter der genannten Einschränkung die übrigens theilweise auch aufgehoben werden darf, der Satz ausgesprochen werden:

Die Grassmann'schen Doppelverhältnisse der Verbindungslinien zugeordneter Ecken zweier Tetraeder sind gleich den Grassmann'schen Doppelverhältnissen der entsprechenden Schnittlinien ihrer Seitenflächen.

Diese Schnittlinien sind unter der angegebenen Voraussetzung (wie die Formeln zeigen) ebenfalls völlig bestimmt, und keine zwei von ihnen schneiden sich.

Auf Grund eines vom Verfasser angegebenen Satzes [1]) kann nun weiter geschlossen werden:

Die Figur der Verbindungslinien entsprechender Ecken ist projectiv (collinear und zugleich correlativ verwandt) zur Figur der Schnittlinien entsprechender Seitenflächen.

Es sind nämlich unter der von mir gemachten Voraussetzung drei Fälle möglich:

a) Es besteht keine Relation der Form

$$\sqrt{(\mathfrak{P}_1\mathfrak{P}_2)(\mathfrak{P}_3\mathfrak{P}_4)} + \sqrt{(\mathfrak{P}_1\mathfrak{P}_3)(\mathfrak{P}_4\mathfrak{P}_2)} + \sqrt{(\mathfrak{P}_1\mathfrak{P}_4)(\mathfrak{P}_2\mathfrak{P}_3)} = 0.$$

Dann haben die vier Geraden $\mathfrak{P}_i$ und folglich auch die vier Geraden $\mathfrak{Q}_i$ zwei und nur zwei getrennte reelle oder imaginäre Secanten. Die auf dem einen Secantenpaar bestimmten Punktwürfe sind projectiv zu denen auf dem anderen Secantenpaar.

b) Es besteht eine solche Relation, aber es bestehen nicht gleichzeitig die Gleichungen

$$(x_1 x_3 y_3 x_2)(x_1 x_4 y_4 y_2) - (x_1 x_3 y_3 y_2)(x_1 x_4 y_4 x_2) = 0,$$
$$(y_1 x_3 y_3 x_2)(y_1 x_4 y_4 y_2) - (y_1 x_3 y_3 y_2)(y_1 x_4 y_4 y_2) = 0.$$

Dann haben beide Figuren $\mathfrak{P}_i$, $\mathfrak{Q}_i$ je eine einzige gemeinsame Secante, und die zugehörigen Punkt- oder Ebenenwürfe sind projectiv.

Dies ist der von Herrn E. Hess angegebene Satz.[2])

c) Es tritt der unter b) ausgeschlossene Fall ein. Dann haben die beiden Tetraeder hyperboloidische Lage.

---

1) S. dessen Abhandlung „Betrachtungen über Doppelverhältnisse", Leipz. Ber. 1896, S. 216.

2) „Ueber die unilineare Lage zweier Tetraeder und eine Verallgemeinerung des Desargues'schen Satzes." Diese Sitzungsberichte Nr. 3, März 1900, S. 27—37.

In der Sitzung vom 20. Juni 1900 wurden durch vorschriftsmässige Kugelung die Herren: Professor Dr. Hugo Ribbert, Director des pathologischen Instituts und Professor Dr. Ernst Romberg, Director der medicinischen Poliklinik zu ordentlichen einheimischen Mitgliedern der Gesellschaft gewählt.

Aufgelegte Schriften:

Stavanger Museum's: Aarsbereting 1899. Stavanger 1899.

Bergens Museums Aarbog 1899. 1. Heft. Bergen 1899.

Verhandlungen des Vereins für Natur- und Heilkunde in Presburg. N. F. X. Presburg 1899.

Mémoires de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. Tom. XVI, Livr. 2. Moscou 1899.

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences. Vol. X, Part. I. New Haven 1899.

Proceedings of the American philosophical Society. Vol. XXXVIII, Nr. 159 u. 160. Philadefphia 1899.

Smithsonian Miscellaneous Collections. 1171. Washington 1899.

Comunicaciones del Museo Nacional de Buenos Aires. Tom. I, Nr. 4.

U. S. Geological Survey. Tom. 29, 31, 35 mit Atlas zu Tom. 31; 19th. Report, Part. II; 20th. Report, Part. VI. Washington 1898/99.

Bericht des naturwissenschaftlichen Vereins in Zerbst 1892 bis 1898. Zerbst 1898.

83. und 84. Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft in Emden. Emden 1899.

Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1898. Nr. 11 bis 16.

Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft. Bd. XXX. Berlin 1900.

76. Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur. Breslau 1899.

Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. N. F. XLII. Chur 1899.

Jahresbericht über die Verwaltung des Medicinalwesens etc. in Frankfurt a. M. XLII. Jahrg. 1898. Frankfurt a. M. 1899.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. 1899, Nr. 1, 2 u. 3. Moscou 1899/1900.

Vom Naturforseherverein in Riga:

Korrespondenzblatt 42 — Arbeifen. N. F. Heft 8 und 9: Bodentemperaturen. Riga 1899.

Report of the U. S. Naval Observatory. Washington 1899.

Bulletin of the U. S. Agricultural Expériment Station of Nebraska. Vol. XI, Nr. 55—59. Lincoln 1899.

Moor- und Alpenpflanzen in Zoeschen.

Bericht der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M. 1899.

Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. Jahrg. 41. Berlin 1900.

Vonderau, Pfahlbauten im Fuldathale. Fulda 1899.

Entomologisk Tidskrift. A. 20. Heft 1—4. Stockholm 1899.

Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878, XXV, XXVI. Christiania 1899.

Memoirs of the Museum of comparative zoology. Vol. XXIII, Nr. 2 (Ophinoidae).

S. Capmann, Deep Sea fishes. Campridge 1899.

Transactions of the Wisconsin Academy. Vol. XII, Part. 1. Madison 1998.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology. Vol. XXXIV; Vol. XXXV, Nr. 3—6. Cambridge 1899.

Veröffentlichungen der deutschen akademischen Vereinigung zu Buenos Aires. Bd. I, Heft 1 u. 2. Buenos Aires 1900.

Comunicaciones del Museo Nacional de Buenos Aires. Tom. 1, Nr. 5.

Transactions of the American philosophical Society. Vol. XX, Part. I. Philadelphia 1899.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Düsseldorf:

Festschrift der 70. Naturforscher-Versammlung. Düsseldorf 1898.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 6 Juli 1900

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 18. Juli 1900 sprach Herr A. Schwantke

Über einen variolitischen Dolerit von Ofleiden unweit Homberg an der Ohm.

Während am Eingange in das Vulkangebiet des Vogelsberges in der Gegend von Homberg a. d. Ohm im Osten und Norden basaltische Gesteine, echter Feldspathbasalt, Nephelinbasalt und Limburgit, auftreten, setzen den Hochberg auf der rechten Seite des Ohmthales Ströme eines typischen Dolerits zusammen. Durch die ziemlich mächtigen Tuffschichten, die an beiden Seiten des Berges unter dem Dolerit hervortreten, und ihre Lagerung wird der Charakter als selbständiges Eruptionscentrum angezeigt. Ein Krater ist nicht mehr vorhanden, indessen erscheint es möglich, dass in der vom anstehenden Dolerit freien Mitte des Berges das Auftreten ziemlich mächtiger Schichten von Kieselguhr und tertiäre Quarzgesteine nachweislich jüngeren Alters als der Dolerit die Ausfüllung des ehemaligen Kraters darstellen. Die Tuffe zeigen in der petrographischen Beschaffenheit ihres Eruptionsmaterials eine interessante Beziehung zu den Gesteinen der Umgegend, indem sie so ziemlich alle dort auftretenden Typen in ihren Auswürflingen aufweisen.

Das Gestein des Dolerits ist in Zusammensetzung und Struktur völlig normal und zeigt an der Ober- und Unterfläche der Ströme die von anderen Orten bekannte glasige Erstarrungsrinde. An einer Stelle im Norden gegen das Dorf Nieder-Ofleiden hin bietet der Strom eine gänzlich veränderte Ausbildung, die sich am besten mit dem dafür bisher bei ähnlichen Gesteinen üblichen Namen als eine variolitische bezeichnen lässt. Es ist aber hier das Material von einer Frische und Mannigfaltigkeit, wie es bisher an anderen Stellen kaum gefunden sein dürfte.

Das Gestein erinnert zunächst im makroskopischen Aussehen durch die Einsprenglinge von Feldspath, Augit und Ilmenittafeln an manche Diabase; aber auch diese Partieen verhalten sich unter dem Mikroskop gänzlich abweichend. Die Grundmasse ist ein Gemenge der strahligen, blumigen und dendritischen Wachstumsformen der Componenten Ilmenit, Augit und Feldspath, namentlich die beiden ersteren sind für das mikroskopische Bild charakteristisch.[1]) Bisweilen tritt auch eine strahlige Anordnung der Einsprenglinge ein, namentlich die Ilmenittafeln besitzen in diesen Partieen eine interessante Struktur und aussergewöhnliche Grösse, was dem Gestein, das nach den grossen Tafeln bricht, ein eigenartiges Aussehen verleiht. Andere gleichmässig dicht erscheinende Gesteinspartieen lassen nur die beschriebene Grundmasse mit wenigen Einsprenglingen erkennen. Das Gewirr der Grundmasse wird weiterhin auch feiner und mit Erz durchstäubt, bis die ganze Masse schliesslich auch im Schliff dicht und aphanitisch erscheint. In einer solchen Grundmasse treten dann runde hellere Partieen auf, die im Allgemeinen die Struktur der vorher beschriebenen blumigen und dendritischen Grundmasse aufweisen. Äusserst charakteristisch ist das makroskopische Aussehen dieser Partieen, indem die ganze Masse

---

1) Eine ähnliche dendritische Struktur, die für derartige Gesteinsbildungen charakteristisch erscheint, ist von Max Bauer an Diabasen von Curaçao beobachtet worden.

eine sphärisch radialstrahlige Absonderung zeigt. Zum Teil ist die Grundmasse auch glasig. Einerseits ein im auffallenden Lichte blaues oder grünlich-graues, im durchfallenden Lichte braunes Glas mit Einsprenglingen von Augit, Feldspath und Ilmenit, andererseits beim Zurücktreten der Einsprenglinge Glas (mit perlitischer Absonderung) mit kugel- und warzenförmigen Variolen, die in einer Rinde schwarzen Glases einen Kern von ähnlicher Struktur als die vorher erwähnten Variolen besitzen. Höchst eigenartig ist auch eine metallisch schimmernde Erstarrungsfläche, die zum grössten Teil vollständig eben, z. T. auch deutlich geflossen erscheint, und die unter dem Mikroskop als aus zahlreichen Magneteisenskeletten nebst strahligem Augit und Feldspath gebildet erscheint. Die Unterseite ist blasig und mit Chabasitkrystallen besetzt. Auch die darüber liegende Schicht war völlig mit Chabasit erfüllt, so dass sie gänzlich zerfiel; die von den Chabasitkrystallen umschlossenen Augitnadeln und Schnüre schlackiger Masse beweisen, dass auch diese Schicht eine stark blasige Beschaffenheit gehabt hat.

Alle beschriebenen Strukturen sind nur als eine lokale Ausbildungsform eines im Übrigen normalen Doleritstromes aufzufassen. Sie gehen zum Teil vollständig in einander über, auch finden sich Partieen normal erstarrten Dolerits inmitten des variolitischen.

Eine ausführliche Beschreibung des interessanten Gesteins wird im »Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie« erscheinen.

In derselben Sitzung berichtete Herr E. Korschelt, dass Herr stud. Boerner bei der mit Unterstützung der Gesellschaft unternommenen Reise nach Sicilien eine grössere Anzahl von Exemplaren der Koenenia mirabilis mitgebracht habe und dass dies Material im hiesigen zoologischen Institut weiter untersucht werden würde.

In derselben Sitzung (18. Juli 1900) sprach endlich Herr J. Meisenheimer

Über die Entwicklung von Herz, Niere und Genitalorganen bei Cyclas im Verhältniss zu den übrigen Mollusken.

Die einzigen genaueren Angaben über die Entwicklung von Herz, Niere und Genitalorganen bei Cyclas finden sich in einer Abhandlung von E. Ziegler, während die älteren Autoren nur ganz bruchstückweise dieselben während der Entwicklung zu beobachten vermochten. Beim Vergleiche der Befunde Ziegler's mit den von mir an Dreissensia gemachten Beobachtungen schien mir auch dessen Darstellung noch einige Lücken aufzuweisen, wesshalb ich versuchte dieselben durch eigene Beobachtungen auszufüllen.

Ziegler fand, dass Herz, Niere und Genitalorgane sich aus einer indifferenten Mesodermmasse heraus differenzirten und zwar völlig unabhängig von einander, meine Untersuchungen ergaben mir, dass alle diese Organe in engstem Zusammenhange mit einander aus einer gemeinsamen Zellenmasse entstehen, die ihrerseits dem Ectoderm entstammt. Ziegler fand weiter, dass das Herz durch eine Einfaltung von Pericardialbläschen entstände, auch hierin weichen meine Beobachtungen von den seinigen ab.

Kurz stellt sich die Entwicklung der fraglichen Organe bei Cyclas nun folgendermassen dar. Auf einem ziemlich jungen Larvenstadium bemerkt man beiderseits vom Enddarme eine kleine Zellwucherung auftreten, die schnell an Mächtigkeit zunimmt. Zunächst besteht dieselbe noch aus völlig gleichartig gebauten Zellen, bald jedoch treten Differenzirungen auf, indem einige Zellen sich durch ihre Grösse und ihre hellen, bläschenförmigen Kerne auszeichnen und so scharf von den übrigen abstechen, wir haben hier die ersten Urgenitalzellen vor uns. Als kleine Zellhaufen bleiben sie längere Zeit neben den übrigen Zellen liegen. Diese letzteren zeigen bald eine erneute Sonderung, nachdem sie sich in Form einer breiteren Zellenplatte

zu beiden Seiten des Darmes angeordnet haben, sie bilden jederseits ein kleines Bläschen aus, welche die Nierensäckchen darstellen. Ein letzter Zellencomplex der gemeinsamen Anlage ist nun noch übrig und dieser enthält in sich die Anlage von Herz und Pericard. Die Differenzirungen, welche diese Teile ihrem definitiven Bau entgegenführen, sind die weitaus complicirtesten. In der schon erwähnten, zu beiden Seiten des Darmes gelegenen Zellenplatte beginnen nämlich Hohlräume aufzutreten, und zwar einer zunächst jederseits an der ventralen Hälfte, dort, wo die Genitalzellen unmittelbar angrenzen. Dieser Spaltraum nimmt bald Bläschenform an, trägt aber an seiner oberen Wandung noch einen massiven Zellenhaufen, den Rest der ursprünglichen Zellenplatte. In diesem letzteren tritt nun ein zweiter Hohlraum auf, der von dem ersteren nur durch eine schmale Zellenschicht getrennt ist. Diese zwei Paare von Spalträuman beginnen nun nach der Medianebene hin einander entgegen zu wachsen, bis sie sich dorsal und ventral vom Darm berühren. Diese Berührung erfolgt zunächst durch einen einfachen Zellenzipfel, bald jedoch schieben sich in denselben die Spalträume vor und spalten auf diese Weise die einfache Zellenlage, bis eine Communication der beiderseitigen Hohlräume hergestellt ist. Wir haben nun zwei den Darm umgebende Zellenringe vor uns, von denen der innere die Herzwandung, der äussere die Pericardialwandung darstellt. An einer einzigen Stelle sind beide noch verbunden, an der schmalen Zellenplatte, welche die ursprünglichen dorsalen und ventralen Hohlräume trennte. Indem auch diese endlich sich spaltet, werden die beiden Vorhöfe gebildet, womit der definitive Bau von Herz und Pericard im wesentlichen erreicht ist. Kurz hinzufügen will ich nur noch, dass inzwischen die Genitalanlage zu zwei mächtigen Genitalsäckchen herangewachsen ist, dass ferner die Niere ihre typischen Windungen angenommen hat und mit dem Pericarde nach innen wie mit der Körperwandung nach aussen in Verbindung getreten ist.

Auf einen näheren Vergleich der Befunde Ziegler's mit meinen Resultaten vermag ich erst in einer ausführlichen Ab-

handlung einzugehen, hinweisen will ich hier nur auf einige allgemeinere Beziehungen. Bei vier verschiedenen Vertretern des Phylums der Mollusken ist jetzt eine gemeinsame Sonderanlage von Herz, Niere und Genitalorganen nachgewiesen, bei Dreissensia, Cyclas, Paludina und Limax. Völlig verschieden ist dagegen bei allen die zeitliche Differenzirung dieser einzelnen Organe aus der gemeinsamen Anlage. Hier bei Cyclas entstehen zuerst die Genitalzellen, dann Niere und zuletzt erst Herz und Pericard. Anders ist es bei Dreissensia, wo die Niere zuerst sich anlegt und die Genitalzellen erst sehr spät zur Entfaltung gelangen. Ähnlich verhält sich Paludina, nur ist es hier nicht die Niere, welche zuerst sich differenzirt, sondern das Pericard, und wieder anders liegen die Verhältnisse bei Limax. Auch in der Art der Ausbildung und Sonderung von Herz und Pericard verhalten sich die einzelnen Formen verschieden, auch hier muss ich mich mit dem einfachen Hinweise begnügen, um in einer ausführlicheren Mitteilung diese complicirten Verhältnisse näher zu beleuchten.

In der Sitzung vom 18. Juli 1900 wurde der Abtheilungsvorsteher im hiesigen hygienischen Institut Herr Dr. phil. Wilhelm Ruppel zum ausserordentlichen Mitglied der Gesellschaft gewäht.

Aufgelegte Schriften:

XVII. Bericht der naturforschenden Gesellschaft in Bamberg. Bamberg 1899.

Mittheilungen aus dem naturwissenschaftlichen Verein in Greifswald. (Jahrg. 31). Berlin 1900.

Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg 1899, Nr. 1—7 (Schluss).

Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn. Bd. 37, nebst XVII. Bericht der meteorologischen Commission. Brünn 1899.

Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Basel, Bd. XII, Heft 2 nebst Biographie von C. F. Schönbein. Basel 1900.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 7 August 1900

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 1. August 1900 hält Herr Loewi den angekündigten Vortrag:

„Zur Kenntnis des Nucleinstoffwechsels“.

An die Entdeckung des Gesetzes vom Stickstoffgleichgewicht schlossen sich Versuche, das Nahrungseiweiss durch andere stickstoffhaltige Körper insbesondere durch Abbauprodukte des Eiweisses bis herab zu den Amidosäuren zu ersetzen. Es ergab sich die Thatsache, dass bei sonst ausreichender Nahrung lediglich „Eiweiss“ den Bestand des Organismus auf die Dauer zu wahren vermag.

Die Fortschritte in der Eiweisschemie haben die Fragestellung verschoben. Es haben sich derart gewichtige Unterschiede in der Zusammensetzung der Eiweisskörper ergeben, dass es nicht mehr angeht, schlechtweg von „Eiweiss“ und seiner Bedeutung für den Stoffwechsel zu reden, sondern, dass das Verhalten der verschiedenen Eiweisskörper im Organismus gesonderte Prüfung erheischt. Aus dem bereits vorliegenden Thatsachenmaterial zu dieser Frage hebe ich hier die Untersuchungen über das Schicksal von Eiweisskörpern mit verschiedenem Kohlehydratgehalt heraus (Halsey, Lüthje, Blumenthal u. a. m.) und die Arbeiten über das Verhalten phosphorhaltiger Eiweisskörper im Stoffwechsel (Röhmann).

Ich habe nun, von ähnlichen Gesichtspunkten ausgehend, das Verhalten einiger echter Nucleine im Stoffwechsel geprüft. Folgende Überlegung liess mir die Untersuchung gerade dieser Gruppe von Eiweisskörpern besonders aussichtsreich erscheinen. Unsere Kenntnisse über das Verhalten des Nahrungseiweisses nach der Resorption sind sehr gering. Wir wissen wenig darüber, ob lediglich Umlagerungen im Molekül stattfinden, ob völliger Abbau und Wiederaufbau zu Körpereiweiss die Regel ist. Wir haben eben keine Möglichkeit, das gewöhnliche Nahrungseiweiss bei seiner Wanderung durch den Körper zu verfolgen und wiederzuerkennen. In dieser Beziehung versprach Fütterung mit Nuclein einen gewissen Fortschritt zu gewährleisten: das Nuclein ist sozusagen ein „gestempelter" Eiweisskörper, insofern sein Stickstoff von einer bestimmten Phosphormenge begleitet ist.

Das Material ist in ausreichender Menge so schwer zu beschaffen, dass ich den Versuchen bisher die wünschenswerte Ausdehnung nicht geben konnte und gezwungen war, eine besondere Versuchsanordnung einzuhalten, die mir übrigens gerade für die Anstellung von Versuchen auf dem in Rede stehenden Gebiete manche Vorteile zu bieten scheint: zu einer absolut gleichen, zur Aufrechterhaltung meines Stickstoffgleichgewichtes geeigneten Diät, wurde an einzelnen Tagen Nuclein bezw. Nucleinsäure zugelegt. Zur Verwendung gelangten: Nuclein aus Lachssperma, Nucleoproteid aus Rindspancreas, Salm-Nucleinsäure, Nuclein aus Hefe. Letzteres stammte von Grübler, die übrigen Präparate wurden nach bekannten Vorschriften von mir dargestellt. In Nahrung, Kot und Harn wurden Stickstoff und Phosphorsäure bestimmt. Aus den Ergebnissen des Versuches seien die wesentlichen, Resorption und Bilanz betreffend, hervorgehoben.

a) Die Resorption: Der Stickstoff der zugelegten Präparate wurde vollständig resorbiert. Weder der procentische noch der absolute Stickstoff-Gehalt der Fäces stieg an. Die Phosphorsäure der Fäces dagegen war nicht unbeträchtlich ver-

mehrt. Dies kann zweierlei Gründe haben. Entweder wurde das Nuclein im Darm zum Teil gespalten, der stickstoffhaltige Anteil resorbiert und die Phosphorsäure an Erdalkali gebunden entzog sich der Resorption, oder es wurde das Nuclein als solches resorbiert, im Organismus gespalten und ein Teil der Phosphorsäure auf den Darm wieder ausgeschieden. Dass das Nuclein als solches überhaupt resorbirbar ist, geht aus Gumlichs Untersuchungen in Kossels Laboratorium hervor. Zur Entscheidung der Frage, ob überhaupt eine Phosphorsäureausscheidung auf den Darm statthat, werden z. Z. im Laboratorium des pharmacologischen Institutes Versuche mit subcutaner Injektion von phosphorsaurem Natrium ausgeführt. Die bisherigen Ergebnisse machen es wahrscheinlich, dass die injizirte Phosphorsäure vollständig in den Harn übergeht, auch wenn der Darm mit Kalksalzen überladen ist, die die circulirende Phosphorsäure festhalten könnten. Wir müssen deshalb annehmen, dass keine Phosphorsäure-Ausscheidung auf den Darm stattfindet, es muss also das Nuclein bereits vor seiner Resorption teilweise gespalten worden sein.

b) Die Bilanz: Bei Aufstellung der Bilanz stellte sich heraus, dass von den mit dem Salm- und Hefenuclein, sowie der Salmnucleinsäure eingeführten Stickstoff- und Phosphorsäuremengen ein grosser Teil zurückgehalten wurde und zwar in annähernd demselben Verhältnis, wie sie in den eingeführten Körpern enthalten waren. Da oben festgestellt wurde dass ins Blut gelangte anorganische Phosphorsäure vollständig zur Ausscheidung gelangt, ist der Schluss erlaubt, dass nach der Resorption keine Spaltung des Nucleins bis zum Auftreten anorganischer Phosphorsäure statthatte, vielmehr die Phosphorsäure in organischer Bindung blieb. Halten wir hiermit zusammen, dass Stickstoff und Phosphorsäure in demselben Verhältnis zurückgehalten wurden, wie sie im verfütterten Nuclein vorhanden waren, so bleibt wohl für keine andere Annahme Raum, als dass bei der gewählten Versuchsanordnung Nuclein

beziehungsweise Nucleinsäure zum Ansatz gelangt ist. Eine andere Erklärung wüsste ich wenigstens dem Befunde nicht zu geben. Was dieser Nucleinansatz zu bedeuten hat, darüber erlaube ich mir zwar keine bestimmte Meinung zu äussern, möchte aber aus den sonstigen Ergebnissen dieses Versuches, sowie aus denen eines früheren, den Herr Dr. Offer im Sommer vorigen Jahres auf meine Veranlassung im Laboratorium des Frankfurter Krankenhauses an gestellt hat, hervorheben, dass unter dem Einfluss der Nucleinsäurezulage die Versuchspersonen aus dem Stickstoffgleichgewicht herauskamen und Stickstoff ansetzten und zwar in dem einen Versuch (Verf.) auch noch, nachdem die Nucleinsäure aus der Nahrung weggelassen war.

Die Wichtigkeit meines Befundes möchte ich darin erblicken, dass, wie mir scheint, zum ersten Mal der Nachweis geglückt ist, dass es gelingt, durch Fütterung mit spezifischem Eiweiss den Körper an diesem spezifischen Eiweiss anzureichern. Ob dies auch bei andrer Versuchsanordnung und für andre Eiweissweisskörper gilt oder gar Regel ist, ob wir demnach den Eiweissbestand des Körpers qualitativ zu beeinflussen im stande sind wie etwa den Fettbestand, das zu klären, ist Sache zukünftiger Untersuchungen.

In derselben Sitzung vom 1. August 1900 sprach Herr A. Kossel über die von A. Kossel und F. Kutscher ausgeführten weiteren Untersuchungen:

„Ueber die Eiweissstoffe".

In der Sitzung vom 9. April d. J. habe ich über einige von Herrn Dr. F. Kutscher und mir gemeinschaftlich angestellte Untersuchungen berichtet, durch welche wir über die quantitativen Verhältnisse der aus dem Eiweissmolekül hervorgehenden hydrolytischen Zersetzungsproducte Aufschluss zu erlangen suchten. Nachdem wir eine Methode zur quantitativen Bestimmung von Arginin, Histidin und Lysin ausgearbeitet hatten, haben wir eine Reihe von Eiweisskörpern der Zersetzung durch

Mineralsäuren unterworfen und unter den Spaltungsproducten die Menge der Hexonbasen festgestellt. Die Ergebnisse dieser Analysen bestätigten die früher von mir mitgetheilte Auffassung der Protamine als der einfachsten Eiweisskörper. Die Protamine sind hiernach als diejenigen Proteïnstoffe zu betrachten, in welchen der Kern der Hexonbasen quantitativ vorherrscht, die Summe der an diesem Kern angefügten Monoamidosäuren z. B. Amidovaleriansäure, Tyrosin tritt gegenüber dem Arginin an Menge zurück. In den conplexen Eiweisskörpern ist im Gegensatz dazu die Menge der Monoamidosäuren eine sehr beträchtliche.

Wir haben unter den von uns untersuchten Eiweisskörpern einen aufgeführt, der seinen Eigenschaften und seiner Zusammensetzung nach zwischen den Protaminen und den complexen Eiweisskörpern steht, nämlich das Thymushiston. Dieser Körper unterscheidet sich durch seinen ausserordentlich hohen Gehalt an Arginin und Lysin von allen übrigen bisher untersuchten complexen Eiweisstoffen und es erhebt sich die Frage, ob dies eine Eigenthümlichkeit aller Histone ist, ob mit anderen Worten den eigenartigen äusseren Eigenschaften der Histone auch eine gemeinsame Eigenthümlichkeit ihres inneren Baues entspricht.

Zur Untersuchung dieser Frage bot sich eine Gelegenheit als wir in den Testikeln des Kabeljau (Gadus Morrhua) einen Körper vorfanden, der sich bezüglich seiner Reactionen und seines hohen Stickstoffgehalts ebenso wie das Thymushiston, verhält. Wir unterwarfen diese Substanz der Zersetzung und bestimmten die Menge der Hexonbasen.[1])

---

1) Hierbei ergab sich, dass die Eigenschaften des aus diesem Eiweisskörper gewonnenen Histidins in Bezug auf Aussehen und Löslichkeit der Krystalle des Chlorids von denen des früher beschriebenen Histidins etwas abwichen, sodass wir bezüglich der Identität noch kein abschliessendes Urtheil fällen können. Den gleichen Zweifeln waren wir schon beim Thymushiston begegnet.

Die Resultate ergeben sich aus folgender Zusammenstellung:

	In 100 Theilen	
	Histon aus Thymus	Histon aus den Testikeln von Gadus Morrhua
Histidin (?)	1,21 (Wägung des Chlorids)	2,34 (Wägung des Chlorids)
Arginin	14,36 (Wägung des Nitrats)	14,28 (Kjeldahl-Bestimmung)
Lysin	7,6 (Wägung des Picrats)	8,51 (Wägung des Picrats)

Die höchste bisher für einen complexen Eiweisskörper gefundene Argininzahl beträgt 6,08 %, im Glutencaseïn ist 2,0 % Lysin gefunden worden, während andere Eiweisskörper sogar frei von Lysin sind. Stellt man die obigen Ergebnisse diesen Zahlen gegenüber, so ergiebt sich eine sehr grosse Aehnlich keit in der Zusammensetzung der beiden Histone, die diese Histone als eine eigenartige scharf charakterisirte Gruppe von Eiweisskörpern hervortreten lässt.

Im Gegensatz zu den Histonen haben sich nun gewisse Bestandtheile des Weizenklebers: das Glutenfibrin, Mucedin und Gliadin als frei von Lysin erwiesen. Es hat sich hiedurch in unerwarteter Weise ein Unterschied im chemischen Bau der in Alkohol löslichen Kleberproteïnstoffe von dem Glutencaseïn und von allen bisher untersuchten complexen thierischen Eiweissstoffen herausgestellt. Die Bedeutung dieses Befundes für die Fragen der Ernährungsphysiologie hat uns veranlasst, die Untersuchung auf einen weiteren alkohollöslichen Pflanzenproteïnstoff nämlich das Zeïn, einen Bestandtheil des Maiskorns auszudehnen und auch hier ergab sich, dass das Lysin mit den heute zu Gebote stehenden Hülfsmitteln unter den Zersetzungsproducten nicht nachzuweisen war. Diese lysinfreien Eiweisskörper scheinen also im Pflanzenreiche verbreitet zu sein, und man muss nach unsern Befunden erwarten, dass unter den alkohollöslichen Pflanzenproteïnstoffen noch weitere lysinfreie Eiweisskörper aufgefunden werden.

Die folgende Tabelle giebt die Analysenzahlen des Zeins im Vergleich mit denen früher von uns untersuchter[1]) Pflanzenproteïnstoffe:

	In 100 Theilen				
	Zeïn	Gliadin	Mucedin	Gluten-Fibrin	Gluten-Casein
Histidin	0,81	1,20	0,43	1,53	1,56
Arginin	1,82	2,75	3,13	3,05	4,54
Lysin	0	0	0	0	2,0

Durch unsere Untersuchung über das Verhältniss der Protamine zu den complexen Eiweissstoffen, über die Stellung der Histone und der lysinfreien Eiweissstoffe sind die chemischen Verhältnisse dieser Körper soweit präcisirt worden, dass nunmehr Gesichtspuncte gegeben sind, um das Verhalten dieser Körper im thierischen Stoffwechsel zu untersuchen. Wir haben diese Untersuchungen begonnen und ich hoffe, demnächst auch über diese Frage, die nach unsern chemischen Ergebnissen als eine sehr bedeutungsvolle erscheint, einige Mittheilungen machen zu können. —

In derselben Sitzung vom 1. August legte Herr A. Kossel folgende Mittheilung des Herrn Alberto Ascoli vor:

Ueber ein neues Spaltungsprodukt des Hefenucleïns.

Das Thymin von A. Kossel und A. Neumann[2]) unter den Spaltungsproducten der Thymusnucleïnsäure aufgefunden, wurde von denselben[3]) auch aus Milznucleïnsäure, von Miescher[4]) aus

1) Siehe diese Sitzungsberichte vom 6. April 1900.
2) A. Kossel und A. Neumann, Berl. Ber. Bd. 26 S. 2754.
3) Dieselben, ibid. Bd. 27 S. 2217.
4) F. Miescher, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 37 S. 124.

Lachssperma, von Kossel[1]) aus Störsperma gewonnen. Aus der Hefenucleïnsäure wurde zwar von Kossel und Neumann ein Körper isoliert, der in seinen Reactionen mit dem Thymin übereinstimmte, doch reichte die erhaltene Menge zu einer Analyse nicht aus.

Einer Anregung des Herrn Professor Kossel folgend, dem ich für sein immer reges Interesse an meinen Arbeiten meinen herzlichsten Dank ausspreche, unternahm ich es, den endgültigen Nachweis des Thymins unter den Spaltungsprodukten des Hefenucleïns zu erbringen. Durch die von Jones[2]) ausgearbeitete Methode ist die Gewinnung des Thymins wesentlich erleichtert worden: und auch mir gelang es unschwer, aus Thymusnucleïn nach einer sich im wesentlichen mit der Jones'schen deckenden Methode ganz reines Thymin zu gewinnen, welches in den charakteristischen Tafeln[3]) krystallisierte und bei der Moleculargewichtsbestimmung die erforderten Werthe gab.

Anders das nach derselben Methode gewonnene Produkt aus Hefenucleïn: zwar verhielt es sich gegen Silbernitrat ähnlich wie Thymin und wurde ebensowenig wie dieses durch Phosphorwolframsäure gefällt, aber es krystallisierte fast ausschliesslich in rosettenförmig angeordneten Nadeln und sublimierte nicht so leicht unzersetzt wie das Thymin. Die Analysen zweier verschiedener Krystallisationen desselben Präparates sowie die eines anderen von einer zweiten Darstellung stammenden und vielfach umkrystallisierten Produktes gaben Zahlen, welche mit Rücksicht auf die Moleculargewichtsbestimmung zu der Formel $C_4 H_4 N_2 O_2$ führen.

---

1) A. Kossel, Zschft. f. physiol. Chemie. Bd. 22 S. 189.

2) Walter Jones, Ueber die Darstellung des Thymins, Zschrft f. physiol. Chemie, Bd. 29 S. 461.

3) Wl. Gulewitsch, Ueber das Thymin, Zschft. f. physiol. Chemie. Bd. 27 S. 292.

Berechnet für		Gefunden		
		Präparat I		Präparat II
$C_4H_4N_2O_2$		I Kryst.	II Kryst.	
C%	42 · 82	43 · 01	43 · 20	43 · 25
H%	3,59	3,68	3,72	3,55
N%	25,05		24 · 87[2])	24,9[3])

Eine Moleculargewichtsbestimmung nach der Siedemethode ergab die Zahl 110; berechnet ist für $C_4H_4N_2O_2$ 112. Das geringe Plus an Kohlenstoff und Minus an Stickstoff dürfte auf eine geringe Verunreinigung mit Thymin zurückzuführen sein, worauf auch die mikroskopisch nachweisbare Anwesenheit spärlicher an Thymin erinnernder Krystalle hinweist.

Mithin besitzt die so gewonnene Substanz eine empirische Formel, welche der des Uracils entspricht. Ist nun das Thymin, über dessen Constitution die im hiesigen physiologischen Institut ausgeführten Arbeiten Licht zu verbreiten beginnen, ein Derivat der Pyrimidingruppe, so würde die Annahme naheliegen, dass wir hier wirklich das Uracil vor uns haben. Die Erforschung der Constitution dieses so gewonnenen Produktes soll weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, welche ich nach Beschaffung des notwendigen Materials vorzunehmen gedenke.

In derselben Sitzung vom 1. August sprach weiter Herr Dr. F. v. Dalwigk über Aufstellung von unendlichen Reihen radionaler Partialbrüche für einige Funktionen, u. a. ctg u, $\frac{1}{\sin u}$ und die elliptischen Funktionen sin am u, cos am u, $\triangle$ am u. Daran schlossen sich Angaben über die Folgerungen, welche sich hinsichtlich der Transformation der elliptischen Funktionen aus diesem Entwicklungsverfahren unmittelbar ergeben. Die Arbeit soll an andrer Stelle veröffentlicht werden.

---

1) Kjeldahl-Bestimmung.

2) Volumetrisch.

In derselben Sitzung vom 1. August 1900 hielt Herr A. Kossel seinen angekündigten Vortrag:

Demonstration eines Apparates.

Der Vortragende führte einen nach seiner Angabe von dem Mechaniker des physiologischen Instituts, Herrn Rinck, construirten Apparat vor, welcher zur Zerkleinerung thierischer Organe oder ganzer Thiere dient. Die betreffenden Organe werden zunächst hart gefroren und sodann gefräst oder gehobelt. Diese Vorrichtung hat gegenüber den Fleischhackmaschinen folgende Vortheile: 1) Die Zerkleinerung ist eine feinere. Die faserigen Theile werden nicht zerrissen, sondern in sehr kleine Stücke zerschnitten. 2) Harte Theile (z. B. Sehnen, Haut) werden ebenfalls in sehr feine Schnitte zerlegt, ganze Thiere werden in einen chemischen Extractionsmitteln leicht zugänglichen Brei verwandelt. 3) Das bei dem Verfahren sich ergebende Produkt bildet eine schneeähnliche feste Masse; hierdurch und durch die Einrichtung des Apparats ist es möglich gemacht, Verluste zu vermeiden, so dass dies Verfahren bei quantitativen Untersuchungen den Vorzug verdient.

Die Zerkleinerung wird durch vier an einer vertical stehenden Axe befestigte Messer bewirkt. Die Axe wird durch einen Electromotor in schnelle Drehung versetzt. Vor den Messern befindet sich ein kräftiger Schlitten, welcher an seinem vorderen den Messern zugekehrten Ende den zu schneidenden Gegenstand an einen Schieber angefroren trägt. Der Schlitten wird durch eine Schraube von der Hand bewegt, und auf diese Weise wird der zu schneidende Gegenstand den Messern stetig zugeführt.

Eine ausführliche Beschreibung des Apparates erfolgt in der Zeitschrift für physiologische Chemie.

Ausgegeben am 15. August 1900.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 8 **November** **1900**

In der Sitzung vom 7. November 1900 hielt Herr Dr. F. Kutscher den angekündigten Vortrag über:

Die Isolirung der Glutaminsäure und Asparaginsäure aus den Spaltungsprodukten der Eiweisskörper.

Seit langer Zeit ist uns bekannt, dass Glutaminsäure und Asparaginsäure sich regelmässig bilden, wenn wir die Eiweisskörper durch siedende starke Säuren zersetzen.

Trotzdem sind die Methoden zur Isolirung der genannten Säuren noch unvollkommen. Ein Hauptgrund der eine leichte Abtrennung der Glutaminsäure und Asparaginsäure verhindert ist wahrscheinlich darin zu suchen, dass neben diesen Säuren basische Substanzen auftreten, welche mit ihnen Verbindungen eingehen.

Die bisher bekannt gewordenen Körper basischer Natur, welche bei der Zersetzung der Eiweisskörper durch Säuren auftreten, sind Ammoniak, Histidin, Arginin, Lysin und die Diamidoessigsäure. Von denselben konnte man schon früher das Ammoniak entfernen, in letzter Zeit haben wir auch durch die Arbeiten Kossels gelernt, die drei Hexonbasen, Histidin, Arginin, Lysin quantitativ abzuscheiden. Wir sind also nunmehr im Stande, den grössten Teil der bei der Eiweissspaltung entstehenden uns bekannten Basen aus dem Gemenge der Zersetzungsprodukte

herauszuschaffen. Dadurch müssen die Glutaminsäure u. Asparaginsäure, so weit sie durch die Basen gebunden werden, frei werden, und es liess sich erwarten, dass sie im freiem Zustand der Isolirung zugänglicher sind.

Unterstützt wurde ich in meinen Bemühungen, die beiden Säuren aus dem von den obengenannten Basen befreiten Gemenge der Zersetzungsprodukte zu isolieren, durch das Auffinden eines schwer löslichen glutaminsauren Salzes, nämlich des glutaminsauren Zinks. Das glutaminsaure Zink entspricht in seiner Zusammensetzung der Formel $C_5H_7ZnNO_4 + 2\ H_2O$. Das Krystallwasser verliert es bei 150° C. Es ist in kaltem Wasser sehr schwer löslich, [c. 0,4 Gr. lösen sich in 1000 cc. Wasser] in heissem Wasser löst sich etwas mehr davon.

Nachdem ich mit dem glutaminsauren Zink bekannt geworden war, verfuhr ich bei der Abscheidung der Glutaminsäure und Asparaginsäure folgender Maassen:

Die Zersetzungsflüssigkeit der Eiweisskörper wurde zunächst von Ammoniak und Hexonbasen befreit. Darauf wurden aus derselben sorgfältig die anorganischen Säuren und alle Reagentien, die zur Abscheidung der Basen gedient hatten entfernt. Die Flüssigkeit wurde danach eingeengt, um durch Krystallisation den Haupttheil des Tyrosins zu beseitigen, vom auskrystallisirten Tyrosin wurde abfiltrirt. Das Filtrat wurde noch weiter eingedampft [hatten 50 Gr. Eiweiss zur Zersetzung gedient, so brachte ich es auf c. 200 cc.] und siedendheiss mit Zinkoxyd gesättigt. Schon während des Siedens scheidet sich ein Theil des glutaminsauren Zinks als Krystallpulver ab. Nach dem Erkalten setzt sich ein weiterer Theil des glutaminsauren Zinks langsam in festen Krusten an den Wandungen des Gefässes an.

Von dem abgeschiedenen glutaminsauren Zink wurde nach 24—48 Stunden abfiltrirt. Das Filtrat wurde mit concentrirter neutraler Silbernitratlösung gefüllt. Der entstehende reichliche Niederschlag besteht aus den Silberverbindungen der Asparaginsäure und einer oder mehrerer noch nicht weiter bekannter Säuren. Ausserdem ist ihm etwas glutaminsaures Silber beige-

mengt. Um das Gemenge zu trennen, zersetzt man den Silberniederschlag mit Schwefelwasserstoff, entfernt darauf von den frei gewordenen Säuren zunächst die Glutaminsäure als Zinksalz, die Asparaginsäure als asparaginsaures Kupfer. Die Mutterlauge von asparaginsauren Kupfer enthält die leicht löslichen Kupferverbindungen der übrigen in den Silberniederschlag eingegangenen Säuren, mit deren Reindarstellung ich zur Zeit beschäftigt bin.

In derselben Sitzung vom 7. November 1900 hielt Herr J. Gadamer den angekündigten Vortrag:

Ueber Senföl gebende Glycoside.

I.

In der Gruppe der Glycoside (esterartige Verbindungen von Zuckerarten mit andern Körpern, die unter Aufnahme von Wasser durch Fermente oder verdünnte Säuren in die Componenten gespalten werden) nahmen bisher die Senföl liefernden Glycoside eine Ausnahmestellung ein. Der Zerfall derselben sollte nach den Untersuchungen von Will und Körner über das Sinigrin oder myronsaures Kalium (Sinapis nigra) und denen von Will und Laubenheimer über das Sinalbin (Sinapis alba) ohne Aufnahme der Elemente des Wassers erfolgen, also:

$$C_{10}H_{18}KNS_2O_{10} = CSN \cdot C_3H_5 + C_6H_{12}O_6 + KHSO_4$$

Sinigrin — Allylsenföl — Traubenzucker.

$$C_{30}H_{44}N_2S_2O_{16} = CSN \cdot C_7H_7O + C_6H_{12}O_6 + C_{16}H_{24}NO_5 \cdot HSO_4$$

Sinalbin — Oxybenzylsenföl — Traubenz. — Sinapinbisulfat.

In Wahrheit enthalten aber die beiden Formeln $C_{10}H_{18}KNS_2O_{10}$ und $C_{30}H_{44}N_2S_2O_{16}$ je noch ein Molekül Krystallwasser, welches allerdings nur sehr schwierig (bei 100^0 in der Luftleere) abgegeben wird. Die Mitwirkung eines Moleküls Wasser ist also durch obige Formeln bereits gewährleistet. Da wir jedoch drei Spaltungsprodukte kennen, die äquimolekular sind, müsste man die Mitwirkung zweier Moleküle erwarten. Dies ist

auch der Fall, jedoch wird das zweite Molekül sofort wieder abgespalten.

Die Untersuchungen zur Constitutionsbestimmung haben nämlich ergeben, dass dem Sinigrin die Structurformel:

$$\begin{array}{l} \;\diagup O \cdot SO_2 \cdot OK \\ C - S \cdot C_6 H_{11} O_5 + H_2 O \\ \;\diagdown\!\diagdown NC_3 H_5 \end{array}$$

dem Sinalbin die Formel

$$\begin{array}{l} \;\diagup O \cdot SO_2 \cdot O \cdot C_{16} H_{24} NO_5 \\ C - S \cdot C_6 H_{11} O_5 \qquad\qquad + 5 H_2O \\ \;\diagdown\!\diagdown NCH_2 \cdot C_6 H_4 \cdot OH \; (1 \cdot 4) \end{array}$$

zuzuschreiben sein dürfte.

Der hydrolytische Reactionsverlauf wäre danach wie folgt zu verstehen:

$$\begin{array}{l} \;\diagup O \cdot SO_2 \cdot OK \\ C - S \cdot C_6 H_{11} O_5 + 2 H_2 O = \\ \;\diagdown\!\diagdown NC_3H_5 \end{array} \begin{array}{l} \;\diagup OH \\ C - S|H \\ \;\diagdown\!\diagdown NC_3H_5 \end{array} + KHSO_4 + C_6H_{12}O_6$$

Die intermediär gebildete Verbindung $\begin{array}{l} \;\diagup OH \\ C - SH \\ \;\diagdown\!\diagdown NC_3 H_5 \end{array}$ zerfällt aber sofort in Wasser und Senföl, da sie als glycolartige Verbindung mit 2 Alkoholgruppen an demselben C-atom nicht existenzfähig sein kann.

Der Reactionsverlauf ist also ein durchaus normaler.

Die obenstehende Constitutionsformel ist durch folgendes Verhalten bewiesen (am myronsauren Kalium durchgeführt):

1) Das Sinigrin ist ein Kaliumsalz, da durch Weinsäure Kaliumbitartrat und freie Myronsäure gebildet wird.

2) Die Stellung des Zuckerrestes wird bewiesen durch das Verhalten gegen Silbernitrat:

a. gegen überschüssiges Silbernitrat,

b. gegen ungenügende Mengen von Sibernitrat;

a) $C_{10} H_{16} NKS_2 O_9 + 2 Ag NO_3 + H_2 O = C_4 H_5 NAg_2 S_2 O_4 + C_6 H_{12} O_6 + KNO_3 + HNO_3$

b) verläuft in 2 Phasen

α) nach Gleichung a.

β) $2 C_4 H_5 NS_2 Ag_2 O_4 + C_{10} H_{16} NKS_2 O_9 + KNO_3 + H_2 O =$
$[2 C_4 H_5 NS_2 Ag KO_4 + C_4 H_5 NS_2 Ag_2 O_4] + HNO_3 + C_6 H_{12} O_6$
(leicht lösliche Doppelverbindung).

3) Die Myronsäure wird als Aetherschwefelsäure durch das Verhalten gegen Chlorbaryum und Baryumhydroxyd charakterisiert

a) Chlorbaryum ist ohne Einwirkung.

b) Baryumhydroxyd spaltet allmählich $Ba SO_4$ ab (quantitativ).

4) Die Structur des Restes C_4H_5N wird durch die Bildung von Senföl bei der Einwirkung von Myrosin etc. als $C_3 H_5 \cdot NC$ characterisiert.

5) Die angenommene Constitution wird ferner bewiesen

a) durch das Verhalten gegen Baryumhydroxyd, welches je nach den Mengenverhältnissen ein verschiedenes ist.

α) Das Sinigrin befindet sich im Ueberschuss:

$$\text{I.}\quad 2\,C\begin{array}{l} / \; O \cdot SO_2 \cdot OK \\ - \; S\, C_6 H_{11} O_5 \\ \backslash\!\backslash \; NC_3 H_5 \end{array} + Ba(OH)_2 = 2\,C\begin{array}{l} / \; OH \\ - \; S\, C_6 H_{11} O_5 \\ \backslash\!\backslash \; NC_3 H_5 \end{array} + Ba\,SO_4 + K_2\,SO_4$$

$$\text{II.}\quad C\begin{array}{l} / \; OH \\ - \; S\, C_6 H_{11} O_5 \\ \backslash\!\backslash \; NC_3 H_5 \end{array} = C_6 H_{12} O_6 + SCNC_3 H_5$$

(als saurer Ester einer Allyliminoxythiokohlensäure nicht existenzfähig)

β) Das Baryumhydroxyd befindet sich im Ueberschuss:

$$\text{I.}\quad 2\,C\begin{array}{l} / \; O \cdot SO_2 \cdot OK \\ - \; S C_6 H_{11} O_5 \\ \backslash\!\backslash \; NC_3 H_5 \end{array} + 2\,Ba(OH)_2 = 2\,BaSO_4 + 2\,C\begin{array}{l} / \; OK \\ - \; S \cdot C_6 H_{11} O_5 \\ \backslash\!\backslash \; NC_3 H_5 \end{array} + H_2O$$

II. verläuft nur teilweise.

$$2\,C\begin{array}{l} / \; OK \\ - \; S\, C_6 H_{11} O_5 \\ \backslash\!\backslash \; NC_3 H_5 \end{array} + Ba(OH)_2 = \left(C\begin{array}{l} / \; OK \\ - \; S - \\ \backslash\!\backslash \; NC_3 H_5 \end{array} \right)_2 Ba + 2\,C_6 H_{12} O_6$$

(unbeständig, zerfällt beim Erwärmen).

b) Durch das Verhalten der Verbindung $C_3H_5NCSAg_2SO_4$ gegen Natriumthiosulfat:

$$C\begin{cases}/\ O\cdot SO_2\cdot OAg\\ -\ S\,Ag\\ \backslash\backslash\ NC_3H_5\end{cases} + 2Na_2S_2O_3 = C\begin{cases}/\ \overline{|SO_4Na}\\ -\ S\,\overline{|Na}\\ \backslash\backslash\ NC_3H_5\end{cases} + [Ag_2S_2O_3 + Na_2S_2O_3]$$

Die Bildung von Senföl verläuft quantitativ.

Das ganz analoge Verhalten des Sinalbins beweist, dass in diesem eine gleiche Constitution zu erwarten ist. Die Gegenwart einer organischen Base, des Sinapins machte allerdings einige Abänderungen in der Bearbeitung notwendig, auf die hier nicht eingegangen werden kann. Die Constitution des Sinapins konnte völlig aufgeklärt werden:

$$(CH_3)_3 = N\begin{cases}/\ C_2H_4O - CO\cdot CH\cdot CH\\ \backslash\ OH\end{cases}\quad \boxed{H\quad HO}$$

(CH · CH an Benzolring gebunden, mit CH_3O und OCH_3)

Sinapinsäurecholinester.

II.

Die Kressenöle.

Die Kressenöle sind von A. W. Hofmann studiert worden, erwiesen sich aber zu seinem Erstaunen als Nitrile, nicht als Senföle, obwohl ihr Geruch an das synthetische Benzylsenföl aufs lebhafteste erinnerte. A. W. Hofmann fand in Tropaeolum majus und Lepidium sativum Phenylacetonitril, in Nasturtium officinale Phenylpropionitril: $C_6H_5CH_2CN$ u. $C_6H_5CH_2CH_2CN$.

Bei den nahen Beziehungen der Nitrile zu den Senfölen — das Allylsenföl der Natur enthält stets geringe Mengen Crotonnitril und geht bei längerer Berührung mit Wasser allmählich unter Schwefelabscheidung in letzteres über — war zu vermuten, dass die von Hofmann gefundenen Nitrile sekundäre Produkte der primär gebildeten Senföle gewesen seien.

Meine Untersuchungen haben diese Annahme vollauf bestätigt. Das Resultat derselben kann ich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) Die ätherischen Oele der Kressenarten sind echte Senföle, und zwar Benzylsenföl in Tropaeolum majus und Lepidium sativum, Phenyläthylensenföl in Nasturtium officinale und Barbaraea praecox.

2) Dieselben verdanken ihre Entstehung der Gegenwart von Glycosiden, die dem Sinigrin und Sinalbin vollständig analog zusammengesetzt sind, und werden aus denselben durch Myrosin abgespalten.

3) Glycosid und Ferment befinden sich in verschiedenen Organen der Pflanzenzelle.

4) Die Bildung der correspondierenden Nitrile erfolgt, wenn vor der Destillation die Glycoside nicht mit dem Myrosin in Berührung kommen, also bei der Destillation der ganzen oder ungenügend zerkleinerten Pflanzenteile (im ersteren Falle befand sich offenbar A. W. Hofmann).

5) Die Glycoside konnten bisher im reinen Zustand nicht isoliert werden; sie sind bei Gegenwart von andern Extractivstoffen offenbar von geringer Krystallisationsfähigkeit. (Aus Extracten, die 30—40 % Glycosid enthalten, ist bisher nichts auskrystallisiert). Ihre Zusammensetzung und Constitution ist jedoch durch das Verhalten gegen Silbernitrat festgelegt. Wie das Sinigrin geben sie mit Silbernitrat ein schwerlösliches Salz, welches durch Ueberführung in die gut krystallisierende Ammoniakdoppelverbindung gereinigt resp. characterisiert werden kann.

Die gewonnenen Salze haben die Zusammensetzung:

$$C \begin{cases} / \; O \cdot SO_2 \cdot OAg \\ — \; SAg \\ \backslash\backslash \; NCH_2C_6H_5 \end{cases} [+ 2\,NH_3] \text{ resp. } C \begin{cases} / \; O \cdot SO_2 \cdot OAg \\ — \; SAg \\ \backslash\backslash \; NCH_2CH_2C_6H_5 \end{cases} [+ 2\,NH_3]$$

Da auch Kaliumsulfat und Zucker als Spaltungsprodukte nachgewiesen werden konnten, haben wir die Formeln

$$C \begin{cases} O \cdot SO_2 \cdot OK \\ S \cdot C_6 H_{11} O_5 \\ NCH_2 C_6 H_5 \end{cases} \qquad C \begin{cases} O \cdot SO_2 \cdot OK \\ S \cdot C_6 H_{11} O_5 \\ NCH_2 CH_2 C_6 H_5 \end{cases}$$

Glucotropaeolin — Gluconasturtiin.

(wasserfrei gedacht).

Der vierte Satz ist mir von Herrn H. Ter Meulen und Herrn Professor Beyerinck in Delft angefochten worden. H. Ter Meulen führt die Bildung der Nitrile (A. W. Hofmann) einzig und allein auf die Einwirkung des siedenden Wassers auf die primär gebildeten Senföle zurück. Seine Beweisführung ist folgende (die Gegenwart und Menge des vorhandenen Senföls wird durch die wachstumshemmende Wirkung auf Mycoderma aceti ermittelt — eine an sich interessante Thatsache. —):

Bei der Destillation kleiner Mengen der sorgfältig zerkleinerten Kressearten hätte ich allerdings fast nur Senföle erhalten (es handelte sich um 4 Kilo); wohingegen bei der Destillation von 25 Kilo nur oberflächlich zerkleinerter Kresse ein Gemisch von etwa gleichen Teilen Benzylsenföl und Phenylacetonitril gewonnen worden seien. A. W. Hofmann aber habe wohl zweifellos mit noch grösseren Mengen gearbeitet, da er im ganzen 300 Kilo verarbeitete. Das bei den grösseren Mengen notwendige längere Erhitzen habe die völlige Ueberführung des Senföls in das Nitril bewirkt. Er selbst endlich habe synthetisches Benzylsenföl mit Wasser 4 Stunden lang im geschlossenen Gefäss (also unter Druck! G.) auf 100° erhitzt und dabei seien $^9/_{10}$ des Senföls zerstört worden.

Herr Ter Meulen hat jedoch übersehen, dass ich auch bei der Destillation grösserer Mengen — 13,8 Kilo — aus Zinngefässen auch nur fast reines Benzylsenföl, ebenso hochprozentig wie bei der Verarbeitung kleiner Mengen, erhalten habe, wenn die Pflanze sorgfältig zerkleinert war. Ferner erwähnt er nicht was aus den bei seinem Experiment verschwundenen $^9/_{10}$ Benzylsenföl geworden ist. Bei der Prüfung würde er jedenfalls gefunden haben, dass sich Cyanid nicht oder nur in Spuren gebildet hatte, in der Hauptsache aber Dibenzylthioharnstoff oder Benzylamin entstanden war.

III.

Löffelkrautöl.

Auch das Löffelkraut — Cochlearia officinalis — liefert frisch im zerkleinerten Zustande für sich, im getrockneten Zustande erst nach Zugabe von Myrosin ein Senföl, das sec. Butylsenföl, welches ebenfalls — wie schon aus dieser Thatsache ersichtlich — auf ein Glycosid zurückzuführen ist. Die Darstellung des letzteren oder auch nur der Silberverbindung ist bisher noch nicht gelungen; die Gewinnung der letzteren scheiterte daran, dass stets Reduction der Silberlösung eintrat. Die Existenz eines analogen Glycosids ist jedoch nicht zu bezweifeln.

Das von A. W. Hofmann zuerst dargestellte und als sec. Butylsenföl charakterisierte Löffelkrautöl ist aber auch an sich von Interesse. Die Formel

$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ H - C - C_2H_5 \\ | \\ NCS \end{array}$$

zeigt eine sehr einfache Verbindung mit asymetrischem Kohlenstoffatom; das sec. Butylsenföl muss also optisch aktiv sein und ist es in der That. Das spez. Drehungsvermögen desselben ist etwas variabel, je nach dem Grade der Beimengungen. Das Drehungsvermögen der leicht rein darstellbaren Derivate hingegen ist ein constantes und unabhängig von der Herkunft des Oeles. Dadurch wird das Löffelkrautöl zu einem unschätzbaren Ausgangsmaterial für das Studium der bei der optischen Aktivität auftretenden Gesetzmässigkeiten.

Aus der nachstehenden Tabelle gehen bisher anscheinend folgende Sätze hervor:

1) Die optische Aktivität ist in ihrer Grösse abhängig von der relativen Grösse der einzelnen die Asymmetrie bedingenden Gruppen. (Guye) (Crum Brown).

2) Sind mehrere optisch aktive Systeme vorhanden, so wirken dieselben nicht nur additiv, sondern stärker.

3) Doppelbindungen in den einzelnen Gruppen scheinen von wesentlichem Einfluss zu sein.

	$[\alpha]_D^{20}$	$[M]_D^{20}$
sec. Butylsenföl naturell	+ 55,27	+ 63,56
„ künstlich	+ 61,36	+ 70,56
„ in 5,416 % Lsg. (Alk. 94 %)	+ 66,22	+ 76,15
d. Butylthioharnstoff		
a) in Wasser	+ 33,97	+ 44,15
b) in Alkohol v. 94 %	+ 22,77	+ 30,27
d. d. Dibutylthioharnstoff	+ 41,00	+ 77,08
d. r. „	+ 18,53	+ 34,84
d. d. Dibutylharnstoff	+ 39,71	+ 68,30
Butylamin	+ 6,42	+ 4,67
Butylamin in ca. 5,2 % Lsg.	+ 4,06	+ 2,96
Butylaminchlorhydrat in 7,233 % Lsg.	— 2,06	— 2,26

Die grosse Reactionsfähigkeit des Butylamins giebt reichliche Gelegenheit zur Herstellung von Derivaten der verschiedensten Art, so dass an demselben die schwebenden Fragen mit besonderer Leichtigkeit und Beweiskraft studiert werden können. Weitere Arbeiten sind bereits im Gange.

In derselben Sitzung vom 7. November 1900 sprach Herr Dr. Karl Schaum über:

Die Structur der Negative.

Im Interesse der Aufklärung wichtiger Fragen über den Negativ-Prozess schien es mir wünschenswert, an der Hand mikroskopischer Untersuchungen die Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte des Negativs zu verfolgen, und hat Herr cand. phil. V. Bellach auf meine Anregung hin Versuche in

dieser Richtung übernommen, deren Ergebnisse zum Teil in direktem Widerspruch, zum Teil in guter Uebereinstimmung mit der Auffassung anderer Forscher stehen.[1]) Durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Herrn Professor Dr. Kossel bin ch in der Lage, meine Mitteilungen durch die Projektion einiger Photogramme, welche Herr Bellach mit seinem Zeiss'schen mikrophotographischen Apparat aufgenommen hat, zu erläutern.

Der Reifungsprozess. Drei Möglichkeiten der Veränderung des Bromsilbers in der Gelatine-Emulsion sind zur Erklärung des die Lichtempfindlichkeit ausserordentlich steigernden Reifungsprozesses herangezogen worden. Einmal kann eine Kornvergrösserung des zunächst fein verteilten amorphen Bromsilbers eintreten, welche eine erhöhte Lichtabsorption und damit eine gesteigerte Lichtempfindlichkeit bedingt. Zweitens kann eine — wenn auch geringe — Reduktion des Bromsilbers durch die Gelatine erfolgen, dessen Endprodukt (Subbromid oder Silber) die später durch die Belichtung eintretende Reduktionswirkung verstärken wird. Drittens könnte eine Modifikationsänderung, besonders etwa ein Krystallinischwerden des Niederschlags in Betracht gezogen werden; doch würde ein solcher Vorgang mit einer Abnahme der freien Energie des Bromsilbers, also auch der Reaktionsfähigkeit verknüpft sein, und kann derselbe daher nicht zur Erklärung der Reifung herangezogen werden. Dagegen hat die Annahme einer Reduktion sehr viel Wahrscheinlichkeit, weil auch andere Silbersalze, z. B. Silbernitrat, durch Gelatine zu kolloidalem Silber reduziert werden. Ferner beweist das Schleiern überreifer Platten, dass ein Reduktionsvorgang stattfindet. Wärme und Zusatz von Ammoniak erhöhen die Reifungsgeschwindigkeit; beides würde sowohl die Reduktion des $AgBr$ wie auch die Kornvergrösserung begünstigen.

Dass eine Vergrösserung der Bromsilberkörner stattfindet ist bekannt, und hat sich auch bei unseren Versuchen deutlich gezeigt. Der Vorgang ist ja nichts anderes, als der bekannte

1) Vgl. die neueren Arbeiten von Eder, Abegg, Precht und Englisch.

Prozess, dass feinpulverige Niederschläge mit der Zeit grobkörnig werden, weil — wie sich theoretisch ableiten lässt, und wie kürzlich von Ostwald am Quecksilberoxyd, welches je nach dem Grad seiner Verteilung gelb oder rot erscheint, experimentell nachgewiesen ist — kleinere Partikel eine grössere Löslichkeit besitzen, als grössere, und infolge dessen auf Kosten der der ersteren wachsen.

Bei dem genauen Studium der Emulsionen machten wir die eigentümliche Beobachtung, dass neben den runden amorphen Bromsilberkörnern auch polygone, meist dreieckige Partikel mit Fächerartiger Teilung vorkommen, welche nach unseren bisherigen Versuchen Tetraeder von Bromsilber darstellen. Andere grosse Krystalle, die beobachtet wurden, sind wasserlösliche Salze und können durch Auswaschen entfernt werden, während jene Tetraeder dabei nicht verschwinden. Augenscheinlich haben wir es demnach mit einem teilweisen Krystallinischwerden des Bromsilbers beim Reifungsprozess — also einem die Empfindlichkeitssteigerung direkt beeinträchtigenden Vorgang zu thun. Schleussner-Emulsionen, Emulsionen nach Székely, kalt gereifte Obernetter-Emulsionen etc. zeigen alle die polygonen Formen.

Die Kornvergrösserung, welche wir beobachtet haben, kann aber nach unserem Dafürhalten die Empfindlichkeitsvermehrung allein nicht erklären. Wenn auch durch jene eine mit Empfindlichkeitssteigerung verknüpfte Erhöhung der Lichtabsorption bedingt wird, wirkt die mit einer Abnahme der freien Energie verbundene Kornvergrösserung im entgegengesetzten Sinn. Wir sind zwecks Aufklärung dieser Verhältnisse mit Versuchen über Reifungszerstörung, sowie über die Zunahme der Lichtabsorption beim Reifungsvorgang beschäftigt.

Der Belichtungsvorgang. Die Bromsilberkörner liegen in der Gelatineschicht des Negativs ziemlich unregelmässig verteilt, und scheint es uns, dass die oberste Schicht — wohl in Folge einer Sedimentation — etwas ärmer an AgBr-Körnern ist, als die tieferen Schichten. Trifft Licht auf eine Stelle des Negativs, so dringt es je nach seiner Intensität

und seiner Einwirkungsdauer bis zu mehr oder weniger tief gelegenen Bromsilberkörnern ein und verändert dieselben je nach seiner chemischen Wirksamkeit mehr oder weniger stark.

Der Entwicklungsvorgang. Der vom Licht veränderte Teil der einzelnen Bromsilberkörner — wir nehmen an, es werde Subhaloide [1]) gebildet — wird durch den Entwickler zu metallischem Silber reduziert; doch würde dieser Vorgang allein noch kein sichtbares Negativ zu Stande bringen, weil die selbst durch starke Belichtung veränderte Bromsilbermenge äusserst gering ist; anderenfalls müsste eine primär fixierte Platte ein deutliches Bild zeigen. Die Durchentwicklung des Negativs geschieht vielmehr in der Weise, dass das spurenweise in Lösung gehende unveränderte Bromsilber zu Silber reduziert wird und sich aus der übersättigten Silberlösung da abscheidet, wo bereits infolge der Wirkung des Entwicklers auf das Subhaloid entstandene (sowie durch den Reifungsprozess gebildete) Silberkeime vorhanden sind. Durch diesen Vorgang werden die ursprünglich minimalen Silberpartikel grösser und die Schwärzung der Platte wird immer intensiver. Diese Silberkeimwirkung ist häufig falsch aufgefasst worden, indem man sie so interpretierte, dass die Reduktion von einem belichteten Bromsilberkorn auf die benachbarten unbelichteten übergreifen solle. Dann müsste man aber jede unterexpornierte Platte allmählich durchentwickeln

---

1) Die Formeln Ag_2Br etc. sind höchst bedenklich; vielleicht könnte man das Bromsilber etc. entsprechend dem ihm nahestehenden Kupferchlorür, welchem (nach Bose, Bodländer) die Formel $\begin{matrix} CuCl \\ | \\ CuCl \end{matrix}$ zukommt, in der Form $\begin{matrix} AgBr \\ | \\ AgBr \end{matrix}$ schreiben. Durch Halogenabspaltung aus zwei Molekeln entstände alsdann ein Subhaloid $\begin{matrix} Ag & — & Ag \\ | & & | \\ AgBr & & BrAg \end{matrix}$. Wenn diese Betrachtung auch ins Gebiet der »Papierchemie« gehört, scheint sie doch eher zu verteidigen, als die auf der diesjährigen Naturforscher-Versammlung in Aachen aufgestellten Formeln.

können, was bekanntlich unmöglich ist. Da die Körner meist weit auseinander liegen, wird ein solches Uebergreifen nur selten stattfinden, eben nur dann, wenn unbelichtete Körner sich in inniger Berührung mit unbelichteten befinden. Solche Berührungen können aber bisweilen infolge Sedimentation grobkörniger Emulsionen in ausgedehnterem Maase vorkommen, und glaube ich, dass derartige Verhältnisse den bekannten Abney-Effekt (Bildübertragung von einer belichteten Schicht auf eine unbelichtete beim Entwickeln) hervorgebracht haben, während Precht unter anderen Bedingungen arbeitend denselben nicht erhalten hat.

Um die Struktur des entwickelten Negativs möglichst eingehend zu studiren, haben wir Schleussner-Platten mit einer Normalkerze stufenweise belichtet, durch 110 Sek. lange Behandlung mit dem Precht-Schellenschen Entwickler hervorgerufen und nach dem Fixiren und Trocknen von den einzelnen Schwärzungsparthien Präparate hergestellt, welche mikroskopisch untersucht resp. photographiert wurden. Es ergaben sich dabei folgende Resultate.

Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigt sich die oberste Schicht des Präparates ziemlich arm an Silberkörnern (vgl. oben die Bemerkung über Sedimentation); es erscheinen im Bild zuerst nur vereinzelte Körner scharf; beim Senken des Tubus zeigt sich alsdann eine kornreiche Schicht, und je nach dem Schwärzungsgrad beobachtet man nach der Tiefe hin noch eine grössere oder kleinere Anzahl von Silberkornschichten. Ferner aber lässt sich deutlich erkennen, dass die Korngrösse ebenfalls von der Belichtungsdauer abhängt; an stark belichteten Stellen sind die Körner bereits so gross, dass sie untereinander verwachsen. Wir schliessen daraus: Der Schwärzungsgrad ist bedingt durch die Grösse der Körner, sowie durch die Anzahl der Körner in der Volumeinheit der Emulsionsschicht. In der Flächeneinheit — wenigstens in der obersten kornreichsten Schicht (die tieferen sollen noch untersucht werden) — ist die Kornzahl konstant und entspricht der Zahl der ursprünglich

vorhandenen Ag Br-Körner. Um diese Behauptungen zu belegen, führe ich unsere Zählungen an, welche in folgender Weise angestellt worden sind: Die Mikrophotographieen wurden auf Protalbinpapier kopiert, und danach unter einem quadratischen Raster von bekannter Flächeneinheit belichtet; sodann wurden die in zehn Quadraten sichtbaren Silberkörner in der Weise gezählt, dass jedes einzelne mit einer Präpariernadel durchstochen wurde; auf diese Weise liess sich die recht mühsame Arbeit mit ziemlicher Genauigkeit ausführen. Einige der Durchschnittszahlen aus den einzelnen Zählungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Belichtungsdauer in Sek.	Belicht. aus 6 m. Entfern. Kornzahl pro 1 cm² im Bild.	Belicht. aus 4 m. Entfern. Kornzahl pro 1 cm² im Bild.
0,5	156	125
1,0	150	147
2,0	151	132
3,0	148	147
4,0	139	142
5,0	161	140
6,0	146	147
7,0	136	454
8,0	142	150
10,0	153	162

Der Durchschnitt aus allen Beobachtungen ergiebt 146 Körner pro 1 cm² im Bild, also, da die Vergrösserung 141 fach war, etwa 20600 Körner pro 1 cm² der Emulsionsschicht.

Unsere Versuche erstreckten sich bisher auf Schichten, welche gleich lange entwickelt worden waren; der Einfluss der Entwicklungsdauer wird offenbar der sein, dass je nach der Einwirkungszeit die Entwicklerflüssigkeit mehr oder weniger tief eindringt, also mehr oder weniger zahlreiche hintereinandergelagerte Kornschichten erzeugt, ferner aber auch mehr oder weniger grosse Körner bildet.

Fassen wir kurz alle Momente zusammen, welche die Schwärzung bedingen, so finden wir folgendes Resultat.

Der Schwärzungsgrad ist anhängig

1. von der Zahl und Grösse der durch die Reifung vorgebildeten Silberkeime;
2. von dem photochemischen Effekt der Belichtung (dem Produkt aus Belichtungsdauer, Intensität und chemischer Wirksamkeit der betreffenden Lichtart); je stärker derselbe, desto mehr und desto grössere Silberkörner sind in der Volumeinheit des Negativs enthalten;
3. von der Einwirkungsdauer eines bestimmten Entwicklers; je länger derselbe einwirkt, desto tiefer dringt er und desto mehr AgBr reduziert er; von der Entwicklungsdauer hängt also ebenfalls die Zahl und Grösse der in der Volumeinheit des Negativs enthaltenen Silbenkörner ab.

Neu aufgelegte Schriften:

Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft 1897/98. St. Gallen 1899.

Acta Societatis pro fauna et flora fennica. Vol. XV u. Vol. XVII. Helsingfors 1898/99.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences Vol. XXXV, Nr. 4—9.

Annual Report of the natural history Survey of Minesota 1895 bis 1898. Miuneapolis 1899.

Geological Survey of Canada. Vol. X. 1897 Maps. Vol. X. Ottava 1899.

IIth. Report of the Missouri botanical Garden. St. Louis 1900.

Verhandlungen des deutschen wissenschaftlichen Vereins zu Santiago de Chile. Bd. IV, Heft 1. Valparaiso 1899.

Boletin del Instituto Geologico de Mexico. Nr. 12 e 13. Mexico 1899.

Observations of the Royal Magnetical and Meteorological Observatory at Batavia nebst Supplement (van Bemmelen). Vol. XXI. Batavia 1899.

Regenwaarnemingen in Nederlandseh-Indie. Jahrgang 20. Batavia 1899.

Ausgegeben am 1. Dezember 1900.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 9 November 1900

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 28. November 1900 spricht Herr E. Romberg über eine von Herrn Dr. Heineke (früher Leipzig, jetzt Hamburg) mit seiner Unterstützung und mit freundlicher Genehmigung des Herrn Geheimrath Curschmann im Laboratorium der Leipziger Klinik ausgeführte experimentelle Untersuchung über:

Die Todesursache bei Perforativperitonitis

an der Hand eines von Herrn Heineke eingesandten Berichtes.

Romberg und Pässler ist es gelungen, durch experimentelle Untersuchungen an Thieren die Ursachen des Collapses bei Infectionskrankheiten festzustellen. Sie haben gefunden, dass die Circulationsstörung, die bei den genannten Krankheiten eine besonders wichtige Ursache des Todes ist, bedingt wird durch eine centrale Lähmung der Vasomotoren und dass das Herz beim Zustandekommen dieser Kreislaufstörung im allgemeinen unbetheiligt ist. Romberg und Pässler haben unter andern auch mit Pyocyaneus experimentirt und zwar haben sie diesen Pilz ihren Thieren — Kaninchen — theils intravenös, theils intraperitoneal beigebracht. Dabei fand sich die Thatsache, dass der Modus der Infection für den Verlauf der Erkrankung vollkommen gleichgültig war, dass also die acute Peritonitis, die der Pyocyaneus bei Kaninchen erzeugt, genau dieselbe Circulationsstörung durch centrale Vasomotorenlähmung hervorruft, wie die

durch intravenöse Injection erzeugte Septicaemie. Diese Beobachtung war die Veranlassung, mit der gleichen Methode die Perforationsperitonitis bei Kaninchen zu untersuchen.

Die grosse Mehrzahl der Antoren sieht bekanntlich in dem peritonitischem Collaps — dem Vorgange Wegner's folgend — den Ausdruck einer bacteriellen Infection oder Intoxication, bedingt durch Resorption der Giftstoffe vom Peritoneum aus und auserordentlich beschleunigt durch die grosse Resorptionskraft des Bauchfells. Als Hauptstütze dieser Ansicht dient der vielfach erhobene Befund des Übertrittes der Mikroorganismen vom Peritoneum in den Kreislauf.

Unklarheit herrscht indessen erstens über den Angriffspunkt der circulierenden Noxen; zweitens gehen die Ansichten sehr auseinander darüber, ob und in welchem Maasse neben der Infection noch nervösen Reflexwirkungen ein Anteil zukommt; denn dass Reflexe vom Peritoneum her ausgelöst werden können, beweist der Goltz'sche Klopfversuch und machen klinische Beobachtungen, namentlich bei inneren Einklemmungen, zum mindesten sehr wahrscheinlich.

Dies sind mit kurzen Worten die Fragen, zu deren Klärung unsere Blutdruckversuche beitragen sollten.

Experimentiert wurde an Kaninchen, bei denen Perforationsperitonitis durch Zerreisen einer Dünndarmschlinge hervorgerufen wurde.

Der Verlauf war nach diesem Eingriff ein rapider, in 6—12 Stunden meist unter Temperaturabfall zum Tode führender; die Section ergab septische Peritonitis. Ausdrücklich sei bemerkt, dass innere Blutung durch sorgfältige Unterbindung der Mesenterialgefässe verhindert wurde.

Die Versuche wurden am curarisierten Tier bei künstlicher Atmung angestellt; ihre Zahl beträgt 47. Der Blutdruck wurde endständig in der linken Carotis gemessen.

Bezüglich der Methode sei ganz auf Romberg und Pässler und unsere demnächst erscheinende ausführliche Publication verwiesen. Hier sei nur folgendes bemerkt:

Die einzelnen Componenten des Kreislaufs — Herz, Vasomotoren-Centren, Gefässnerven u. -Muskeln — werden getrennt untersucht. Als Reaction auf die Function der Vasomotoren-Centren dient 1. faradische Reizung der Nasenschleimhaut, 2. Abschneiden der Athmung während 30", beides Eingriffe, durch welche die genannten Centren reflectorisch oder direct erregt werden (und zwar durch sensible Reizung nur das Centrum der Medulla oblengata, durch asphyctische Reizung auch die Centren des Rückenmarks). Zur Untersuchung der peripheren Gefässe dient intravenöse Injektion von Chlorbarium, das die Gefässmusculatur direct zur Contraction bringt. Bei normaler Function der Vasomotoren folgt auf alle genannten Eingriffe Drucksteigerung, doch ist ein leistungsfähiges Herz dazu Voraussetzung. Als Probe allein auf die Herzkraft dient endlich die Bauchmassage, durch welche einerseits mehr Blut in das Herz getrieben, andererseits der Abfluss erschwert wird. Das Herz reagiert darauf mit Drucksteigerung.

Es wurden alle Stadien der Erkrankung untersucht und zwar von der Ausführung des Darmrisses bis zum Tode.

Die Resultate waren folgende: Die Eröffnung der Bauchhöhle, die Manipulationen beim Vorziehen des Dünndarms und das Zerreissen desselben, riefen fast ausnahmslos kein Sinken des Blutdrucks hervor, meist sogar vorübergehendes Ansteigen.

Die ersten Stunden der Erkrankung liessen ebenfalls keine Störung der Circulation erkennen. Eine solche wurde erst zu einer Zeit bemerkbar, in der die Tiere bereits schwer krank waren und die Temperatur zu sinken begann. Die erste Anomalie des Kreislaufs war indessen nicht das Sinken des Mitteldrucks, sondern das Schwinden der Drucksteigerung auf sensible Reizung, dem kurze Zeit später der Ausfall der asphyctischen Reizung folgte. Bald darauf begann das Sinken des Mitteldrucks, das meist sprungweise bis zum Tode fortdauerte, nur in der Regel längeres Verharren auf den ganz niedrigen Werten erkennen liess.

Schon längere Zeit, bis zu 1½ Stunden vor dem Tode, waren sensible und asphyctische Reizung vollkommen wirkungslos

Der Ausschlag auf Bauchmassage zeigte ganz allmähliche Abnahme im Verlaufe der Erkrankung; das Nachlassen dieser Reaction begann aber immer später als der Ausfall der sensiblen und asphyctischen Reizung und der Ausschlag blieb bis zum Ende auf einer gewissen Höhe, (15—30 mm Hg.) Chlorbariuminjection rief in jedem Stadium gewaltige Drucksteigerung hervor. — Daraus war zu folgern: 1. die Kreislaufstörung ist bedingt durch eine Lähmung der Vasomotoren; 2. die Lähmung ist eine centrale; 3. in erster Linie leidet das Centrum der Medulla ablongata, in zweiter Linie leiden auch die Centren des Rückenmarks; 4. Gefässnerven und Muskeln bleiben intact; 5. auch die Herzkraft zeigt eine Abnahme im Verlauf der Kreislaufstörung.

Um in das Verhalten des Herzens noch genaueren Einblick zu erhalten, wurde noch eine zweite von Romberg und Hasenfeld ausgearbeite Prüfungsmethode angewandt: die Abschnürung der Aorta über dem Zwerchfell. Auch hierdurch wird bei normalem Herzen starke Drucksteigerung hervorgerufen, die lange Zeit, bis 1 Stunde und mehr, unterhalten werden kann und einen brauchbaren Vergleich der Herzleistungen verschiedener Thiere ermöglicht.

Wir sahen nach der Aortenschnürung auch noch im letzten Stadium, bei tief gesunkenem Mitteldruck, hohes Ansteigen des Druckes; sowohl die Höhe dieser Drucksteigerung, wie ihre Dauer blieb hinter normalen Werten kaum zurück. Indessen erfolgte das Ansteigen viel langsamer als in der Norm.

Wir kamen damit zu folgender Auffassung über das Herz unserer Tiere: 1. Das Nachlassen der Herzkraft, wie es in der Abnahme der Drucksteigerung nach Bauchmassage sich zeigt, ist in der Hauptsache nicht bedingt durch eine primäre Schädigung des Herzens. 2. Sie ist im Wesentliehen die Folge der mangelhaften Durchblutung des Herzmuskels, wie sie durch die Vasomotorenlähmung hervorgerufen wird. 3. Das Herz wird bei besserer Durchblutung wieder annähernd normal leistungsfähig.

Wir untersuchten demnächst das Verhalten der Athmung. Die Versuchsanordnung war die gleiche, nur erhielten die Tiere kein Curarin und athmeten spontan. Ohne auf den Verlauf der Athmung näher einzugehen, sei nur gesagt, dass im Mittel 30 Minuten vor dem Ende eine Respirationsstörung erkennbar wurde, zu einer Zeit also, wo meist schon vollständige Vasomotorenlähmung bestand. Das endgültige Aussetzen der Athmung erfolgte stets vor dem Stillstand des Herzens; es gelang, die Herzthätigkeit durch künstliche Athmung noch einige Zeit, in einem Falle sogar 17 Minuten lang zu erhalten.

Wir konnten damit feststellen, dass der Tod bei der Perforationsperitonitis durch Lähmung der Centren der Medulla oblongata herbeigeführt wird und in erster Linie durch Athmungslähmung erfolgt.

Ist diese centrale Lähmung nun eine reflectorische oder durch Intoxication hervorgerufene? Wir halten auf der einen Seite einen Reflex für höchst unwahrscheinlich, weil es kaum denkbar ist, dass ein Reflex während langer Stunden dauernd in Thätigkeit bleibt.

Auf der anderen Seite hat die Annahme der Intoxication viel mehr für sich; es spricht dafür vor allem die vollkommene Analogie mit dem Verlaufe der Kreislaufstörung bei Infectionskrankheiten, wie sie Romberg und Pässler gefunden haben. Daneben muss auch der Befund von im Blute circulierenden Bakterien als in dieser Hinsicht fast beweisend angesehen werden. Wir glauben uns aus diesen Gründen der letzteren Ansicht anschliessen zu sollen.

Es sei aber ferne von uns, die Resultate der Tierversuche kritiklos auf den Menschen übertragen und leugnen zu wollen, dass beim Menschen, durch die Perforation eines Eingeweides ein Reflex ausgelöst werden kann, z. B. ein solcher, der analog dem Goltz'schen Versuche verläuft. Wir halten dies im Gegentheil im Hinblick auf die Erscheinungen bei innerer Einklemmung und auf manche Fälle von Perforationsperitonitis, die sofortigen Collaps erkennen lassen, für durchaus möglich. Diese

reflectorische Kreislaufstörung dürfte indessen schon nach kurzer Zeit vorübergehen um nunmehr früher oder später der durch Intoxication der Centren bedingten Platz zu machen. Beim Kaninchen war, wie gesagt, in keinem Stadium der Peritonitis eine Reflexwirkung nachweisbar.

In derselben Sitzung (28. November 1900) sprach Herr R. Schenck über:

Die Dynamik der Krystalle.

Die Entstehung der Aetzfiguren an Krystallflächen wird auf eine Verschiedenheit der Löslichkeit in den verschiedenen Krystallrichtungen zurückgeführt. Sie kann nur ihren Grund in einer Verschiedenheit der Lösungsdrucke, welche völlige Analoga der Dampfdrucke sind. Auch für diese war Abhängigkeit von der Richtung vorauszusehen.

Die Entstehung der Aetzfiguren bekommt man auch bei Lösungsmitteln, welche chemisch auf die Krystallsubstanz einwirken, es ist also offenbar auch die freie chemische Energie bei krystallisirten Stoffen eine Function der Richtung.

Es ergeben sich hieraus wichtige Schlüsse. Am Verdampfungsvorgang leitete der Vortragende die Consequenzen ab. Herrschen über zwei krystallographisch verschiedenen Flächen verschiedene Dampfdrucke, so ist eine isotherme Destillation von einer zur anderen Fläche möglich, es wird dabei eine bestimmte Arbeitsmenge gewonnen.

$$A = R \cdot T \cdot \ln \frac{P_A}{P_B}$$

wenn R die Gasconstante, T die absolute Temperatur, P_A den Dampfdruck über der einen und P_B den Dampfdruck über der anderen Fläche bezeichnet.

Diese Arbeit muss identisch sein mit der Richtungsarbeit.[1])

---

1) Cf. Centralblatt für Mineralogie, 1900, pag. 313.

Die Dampfdrucke sind natürlich von der Temperatur abhängig und es ergiebt sich demgemäss für jede Fläche eine besondere Dampfdruckcurve. Für jede dieser Curven ergiebt sich ein besonderer Schnittpunkt mit der Dampfdruckcurve des Schmelzflusses, ein besonderer Schmelzpunkt. Auch der Schmelzpunkt ist also eine Function der Richtung, daraus folgt, dass das Schmelzen krystallisirter Körper stets in bestimmter Richtung erfolgt.

Auch über die Abhängigkeit der Verdampfungswärme von der Richtung kann man unter Zuhülfenahme der Thermodynamik bestimmte Aussagen machen. Es lässt sich die Differenz der Verdampfungswärme über zwei verschiedenen Flächen aus der Gleichung

$$q_A - q_B = R \cdot \frac{T_1 \cdot T_2}{T_1 - T_2} \cdot Ca \left(\frac{P_A}{P_B}\right)_{T_1} \cdot \left(\frac{P_B}{P_A}\right)_{T_2}$$

ermitteln. q_A ist die Verdampfungswärme aus der einen, q_B die aus der anderen Fläche.

Am Kalialaun hat der Vortragende constatiren können, dass die Dissociationsdampfspannungen über den krystallographisch verschiedenen Flächen stark von einander abweichen. Die Oktaëderfläche zeigt den niedrigsten, die Würfelfläche einen höheren, die Rhombendodecaëderfläche den höchsten Dampfdruckwert. Sie stehen im Verhältniss 1 : 1,25 : 1,6.

Das Verhältniss ändert sich nach den bisherigen Versuchen nur wenig mit der Temperatur. Indess bedürfen diese Verhältnisse noch weiterer Untersuchung.

Der Alaun krystallisirt aus alkalischen Flüssigkeiten häufig in Würfeln, die Ohterëderflächen treten stark zurück. Es ist möglich, dass diese Aenderung des Habitus ihren Grund hat in einer Verschiebung der Löslichkeitsverhältnisse der verschiedenen Flächen durch den zugesetzten Stoff. Weitere Untersuchungen werden darüber vielleicht Aufschluss geben.

Zum Schluss legte der Vortragende noch Alaunkrystalle vor, welche aus alkalischen Flüssigkeiten erhalten sind, vor, bei denen die Rhombendodecaëderflächer sehr gross ausgebildet sind, während die Würfelflächen zurücktreten.

Im Anschluss an den Vortrag des Herrn Schenck weist Herr Rathke darauf hin, dass die hier besprochenen Verhältnisse offenbar an der bekannten Erscheinung betheiligt sind, dass flüchtige Körper aus dem fein krystallinischen Zustand allmälig von selbst in grosskrystallinischen übergehen, indem die kleinen Krystalle verdampfen und die grossen dafür wachsen. In sehr grossartiger Weise ist dieses einmal von ihm am Schnee beobachtet worden. In Davos verwandelte sich der die Äste der Tannen in dicker Schicht bedeckende Schnee in einem Seitenthale, wo er vor der Einwirkung der Sonnenstrahlen geschützt war, im Laufe mehrerer Wochen (während welcher kein neuer Schneefall standfand) in seiner ganzen Masse in ein Haufwerk sechsseitiger Tafeln von ganz ungewöhnlicher Grösse, nämlich mit einem Durchmesser von 3 bis 4 Cm.

In der Sitzung vom 28. November 1900 wurde Herr Professor Dr. Ludwig Bach, Direktor der Universitätsaugenklinik dahier, durch vorschriftsmässige Kugelung zum ordentlichen einheimischen Mitglied der Gesellschaft erwählt.

Ausgegeben am 10. December 1900.

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 10 **December** **1900**

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 12. Dezember 1900 trägt Herr H. Ribbert vor:

Ueber das Absterben der Gewebe und das Schicksal todter Theile.

Mit dem Tode des Menschen sind nicht sofort alle Theile des Körpers abgestorben. Einzelne überleben den allgemeinen Tod Tage lang. Grohé konnte Periost eines Kaninchen 200 Stunden nach dessen Tode mit Erfolg transplantiren. Abgeschnittene Theile bleiben zu 3 Wochen am Leben (Wentscher, Ljunggren, Enderlen). Die Erhaltung des Lebens wird durch das Gelingen der Transplantation erhärtet. Bei jeder derartigen Pfropfung aber, auch bei frischen Geweben, stirbt ein Theil des übertragenen Stückes ab, wenn es eine gewisse Grösse überschreitet. Aber nicht, weil es nicht ernährt wird, sondern weil es unvollknmmen, einseitig, abnorm mit Nahrung versorgt wird. Ohne alle Nahrungszufuhr bleibt es am Leben, bei jener ungenügenden Ernährung geht es zu Grunde.

Dem todten Theile gegenüber zeigt der Organismus ein dreifaches Verhalten: Er stösst ihn aus, oder er löst ihn allmählich auf, indem er ihn durchwächst, oder er lässt ihn liegen·

Die Ausstossung erfolgt dadurch, das ausgewanderte, zahlreich sich ansammelnde Leukocyten das Gewebe am Rande des Todten einschmelzen, Man sieht das sehr gut bei Höllensteinverschorfungen der Haut des Kaninchenohres. Nach etwa 9 Tagen stösst sich der auch den Knorpel umfassende Schorf ab.

Die Durchwachsung erfolgt nach anfänglicher, zur Einschmelzung unzureichender Leukocytenansammlung durch Hineindringen der in der Umgebung vermehrten Bindegewebszellen, die ebenfalls auflösend auf die todten Theile einwirken.

Das Liegenbleiben nekrotischer Theile ist gewöhnlich mit Bildung einer derben bindegewebigen abkapselnden Hülle verbunden.

Das verschiedene Verhalten erklärt sich aus der wechselnden chemotaktischen Wirkung des todten Theiles.

Ist diese Wirkung sehr gering oder fehlt sie ganz, so bleibt der todte Theil liegen. Anfänglich wirken allerdings todte Gewebe immer chemotaktisch, später oft nicht mehr. Wenn man von einem frischen Niereninfarkt ein Stückchen unter die Haut desselben Thieres bringt, so wird es dicht mit Leukocyten durchsetzt. Verfährt man ebenso mit einem Stückchen eines mehrere Tage alten Infaktes, so bleibt die Leukocyteneinwanderung aus. Der Infarkt war war inzwischen ausgelaugt worden.

Je intensiver die chemotaktische Wirkung, um so schneller die Einschmelzung, die desshalb bei Gegenwart von Bacterien am stärksten ist. Geringere Grade bewirken lediglich eine Durchwachsung.

Doch giebt es auch hier Fälle die nicht zu dieser einfachen Regel stimmen. Während die Höllensteinschorfe der Haut ausgestossen werden, bleiben sie in der Cornea sitzen und werden hier im Verlaufe von Monaten durchwachsen und aufgelöst. Die eindringenden Zellen bilden dabei wieder neues Gewebe, welches mit dem alten Corneagewebe in wesentlichen Punkten übereinstimmt. Einzelne Theile des getödteten Bezirkes bleiben aber dauernd liegen.

In derselben Sitzung (12. Dec. 1900) sprach Herr Schwantke:

Über einen basaltischen Auswürfling mit gediegenem Eisen aus dem Tuff des Hohen Berges bei Ober-Ofleiden an der Ohm.

In der Sitzung vom 18. Juli dieses Jahres hatte ich Gelegenheit von der genannten Lokalität eine interessante variolitische Ausbildung des Dolerits vorzulegen.

Es wurde schon erwähnt, dass unter den Strömen des Berges ziemlich mächtige Tuffschichten hervortreten, die in ihren Auswürflingen mannigfaltige Typen basaltischer Gesteine aufweisen. Es zeigt sich eine gewisse Gliederung, indem die obersten Schichten wesentlich Dolerit führen, die mittleren die verschiedenen Basalte (Feldspathbasalt, Nephelinbasalt, Limburgit) besonders reichlich neben einander zeigen, während in der untersten Zone hauptsächlich ein Basalt mit grossen Einsprenglingen von Augit und Hornblende auftritt. Dieselben Mineralien sind auch lose in Krystallen und Bruchstücken dem Tuff eingelagert.

Der Tuff besteht abgesehen von den genannten grösseren Basaltauswürflingen aus kleineren Lapilli von sehr verschiedener Struktur und Zusammensetzung. In der fast stets glasigen Grundmasse tritt der Augit gegen die Feldspathmikrolithen meist zurück oder fehlt auch ganz, indessen finden sich mitunter auch Lapilli, in denen der Augit in der glasigen Grundmasse den Feldspath verdrängen kann. Einzelne Lapilli schliessen auch Quarzkörnchen ein. Die letzteren sitzen in grosser Zahl zwischen den verschiedenen Auswürflingen, wie die einzelnen Augite und Hornblenden, im Tuff. Das Cement des Tuffes bildet eine in der Farbe und dem chemischen Verhalten dem verwitterten Glase der Lapilli gleichende braune palagonitische Substanz.

Durch den Regen werden die Augit- und Hornblendekrystalle sowie die Lapilli aus dem Tuff durch Auswaschung des Bindemittels herauspräpariert und lassen sich dann leicht zusammenlesen. Bei einer solchen Gelegenheit fand sich ein kleiner Auswürfling, der durch eine ringsum glatte, geschmolzen aussehende Oberfläche von den Lapilli verschieden war. Der Schliff zeigte im Innern eine glasige Grundmasse, namentlich die Wandungen der zahlreichen Blasenräume waren lebhaft glasglänzend. In einem solchen trat beim Fortschreiten des Schliffes ein graues

Metallkorn hervor, das die Magnetnadel lebhaft anzog, auf der feuchten Schlifffläche sich schnell mit einer rostroten Oxydschicht überzog, und dessen blanke Oberfläche aus einem Tropfen Kupfervitriollösung sofort eine Schicht von metallischem Kupfer niederschlug. Das Metall ist also gediegenes Eisen.

Unter dem Mikroskop zeigt sich eine durchaus frische Grundmasse von hell- und dunkelbraunem Glas mit deutlich fluidaler Struktur. Der Rand des Auswürflings wird von dunkelem Glase gebildet. Im Glase sitzen zahlreiche Blasen, in deren einer sich das Eisenkorn ausgeschieden hat. Das Gesammtgewicht des Metalls liess sich nach den Messungen am fortschreitenden Schliff (bei der Annahme eines spec. Gewichtes von 7,5) auf ungefähr 26 Milligramm berechnen. Als Einsprenglinge treten in der Grundmasse des Schliffs zahlreiche Quarzkörnchen auf, genau den Körnchen gleichend, die sich im Tuffe und in den Basaltlapilli eingeschlossen finden. Einzelne Körnchen weisen zahlreiche Sprünge auf und scheinen von dem Glase teilweise angeschmolzen zu sein. Ganz abweichend ist eine Partie des Schliffes in der Nähe des Eisens, die aus einem dendritischen Gemenge einer opaken Substanz, vielleicht eines Erzes, und aus skelett- und leistenförmigen Individuen eines Minerals besteht, das mit grosser Wahrscheinlichkeit als Olivin bestimmt werden konnte. Eine andere tiefschwarze Masse, die auf der anderen Seite des Eisenkorns nach der Mitte des Schliffs zu sich im Glase angehäuft hat oder dieses fein durchstäubt und auch einzelne Blasen erfüllt, trägt ganz den Charakter kohliger Substanz; ein Teilchen innerhalb eines Blasenraumes, das eine eigentümliche zellige Struktur besitzt, macht diese Annahme höchst wahrscheinlich.

Eine künstliche Entstehung des das Eisen führenden Gebildes kann nicht angenomen werden; nicht allein weil die Lage und der Charakter der Fundstelle irgendwelche Zufuhr künstlichen Schlackenmaterials höchst unwahrscheinlich machen, sondern namentlich aus dem Grunde, weil die Art und Weise des Vorkommens desselben genau gleich den anderen Auswürflingen mitten im Tuff einen Zweifel an der primären Zugehörigkeit zu diesen ausschliesst.

Eine ausführliche Besprechung wird an anderer Stelle erfolgen.

Neu aufgelegte Schriften:

Leopoldina, Heft XXXVI, Nro. 4—10.

Deutsche botanische Monatsschrift 1900, Nro. 4.

Schriften der physikal.-ökonomisch. Gesellschaft in Königsberg. Jahrg. 40. Königsberg 1899.

Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1900, Nro. 3 bis 10.

Sitzungsberichte der physikal.-med. Societät in Erlangen, Heft 24 u. 28 u. 31. Erlangen 1892/97 u. 1900.

Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. Bd. X, Heft 1. Danzig 1899.

Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. 72, Heft 4—6; Bd. 73, Heft 1 u. 2. Stuttgart 1900.

Sitzungsberichte und Abhandlungen der „Isis". Jahrg. 1899, 1 u. 2. Dresden 1899/1900.

Verhandlungen des naturhistorisch-medicinischen Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. 6, Heft 3. Heidelberg 1899.

Sitzungsberichte der physikal.-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg. Jahrg. 1891.

Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrg. 43 und 53. Wiesbaden 1890 u. 1900.

24. Jahresbericht der Gewerbeschule in Bistritz, ebenso Jahresbericht 20 u. 21. Bistritz 1899.

Bericht der Lese- und Redehalle der deutschen Studenten in Prag 1899. Prag 1900.

15th. Report of the Public Museum of Milwaukee. Milwaukee 1898.

American Naturalist. Vol. XXXII, Nr. 373—382. Vol. XXXIV, Nro. 400—405. Boston 1898/1900.

Bulletin of the New York Public Library. Vol. II, Nro. 2; Vol. IV, Nro. 4 u. 5, 7—9.

Geological Survey of Canada. Nro. 685 u. 687. Ottava 1900.

Philippi, R. A. Serpientes u. Torthegas Chilenas. Santiago 1899.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology. Vol. XXXV, Nr. 8; Vol. XXXVI, Nro. 1—4; Vol. XXXVII, Nro. 1 u. 2. Cambridge.

Department of the Agriculture at Sidney. Nro. 312 u. 307, 308, 333, 334, 300 (und edible earth).

Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. XXXI, Nro. 140; Vol. XXXIX, Nro. 161 u. 162. Philadelphia 1893.

Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society 1899. Fasc. 2.

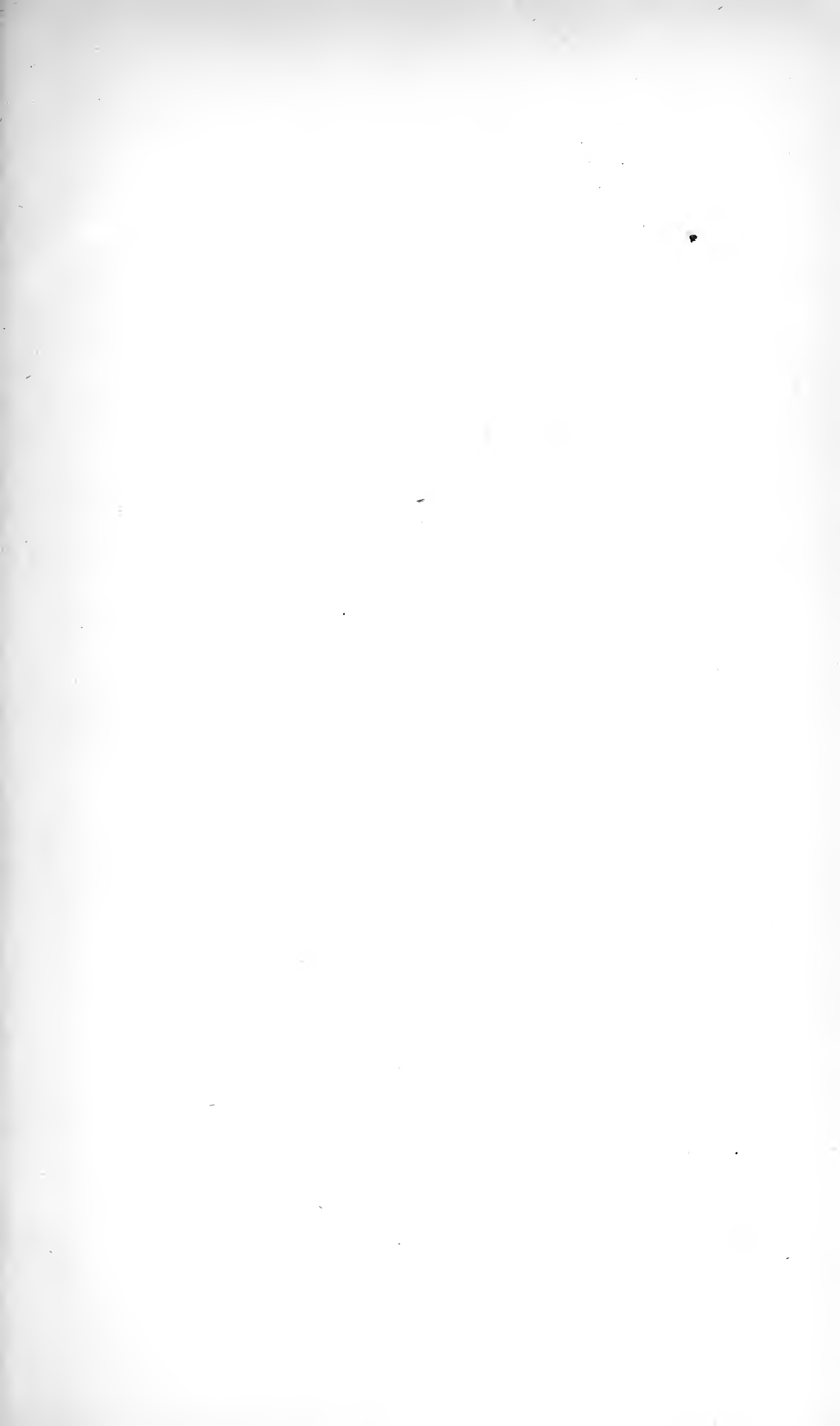
Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and philosophical Society. Vol. 44, Part. 3, 4. 5. Manchester 1899/1900.

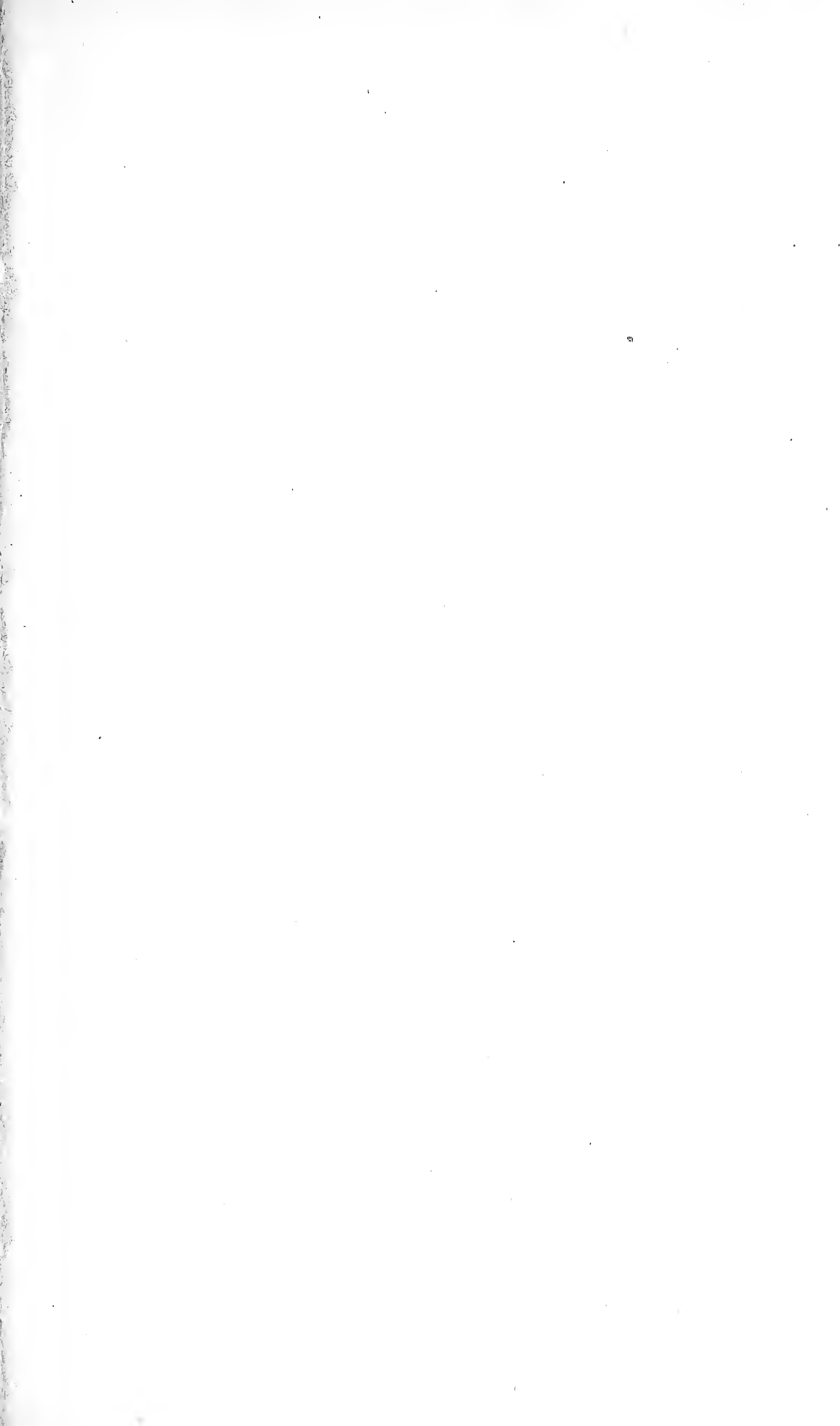
U. S. Geological Survey, Nro. 150—162. Washington 1898/99.
U. S. Geological Survey, 19th. Report, Part. III et Part. V, 20th. Report, Part. I.
U. S. Geological Survey. Monographi XXXII, Part. 2, XXXIII, XXXIV, XXXVI, XXXVII, XXXVIII.
Einladung zum Congress international de Botanique. (Paris 1 bis 10, October 1900).
Mémoires de la Société des Naturalistes de Kiew, Tom. XVI, Livr. 1. Kiew 1899.
Rovartani Lapok. VII, 3, 4—8. Budapest 1900.
Mittheilungen aus der medic. Fakultät zu Tokio, Bd. IV, Heft VI. Tokio 1900.
Rendiconto dell' Academia della Scienze fisiche matematiche. S. 3, Vol. 6, Fasc. 3 u. 4, 5—7. Napoli 1900.
Rendiconti della R. Acad. dei Lincei, Anno 297, Vol. IX, Fasc. 2—12. Roma 1900.
Finska vetenshaps Societetens forhandlingen, Bd. 41. Helsingfors 1900.
Finlands Natur och Folk. Heft 5. Helsingfors 1900.
Norske Nordhavs Expedition XXVII. Zoologi. Norgaard Polyzon. Christiania 1900.
Deutsche botanische Monatsschrift XVIII, 5 u. 6, 7, 9, 10, 11.
Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der Rheinlande. Jahrg. 56, 2. Hälfte. Bonn 1899.
Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde 1893, 1894, 1899.
Bolletino del. R. Comitato Geologico d'Italia, Anno XXV, 1 u. 4; Anno XXVI, 1 u. 4. Roma 1894/95.
Atti della R. Accad. dei Lincei. Anno 297, Rendiconti Vol. IX, Fasc. 11. Roma 1900.
Sitzungsberichte der med. naturwissenschaftl. Section des siebenbürgischen Museums-Vereins. Kolozsvart 1899.
Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de St. Petersburg. Tom. X, 5; Tom. XI, 1—5; Tom. XII, 1. St. Petersburg 1899/1900.
Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga XXXVI. Riga 1893.

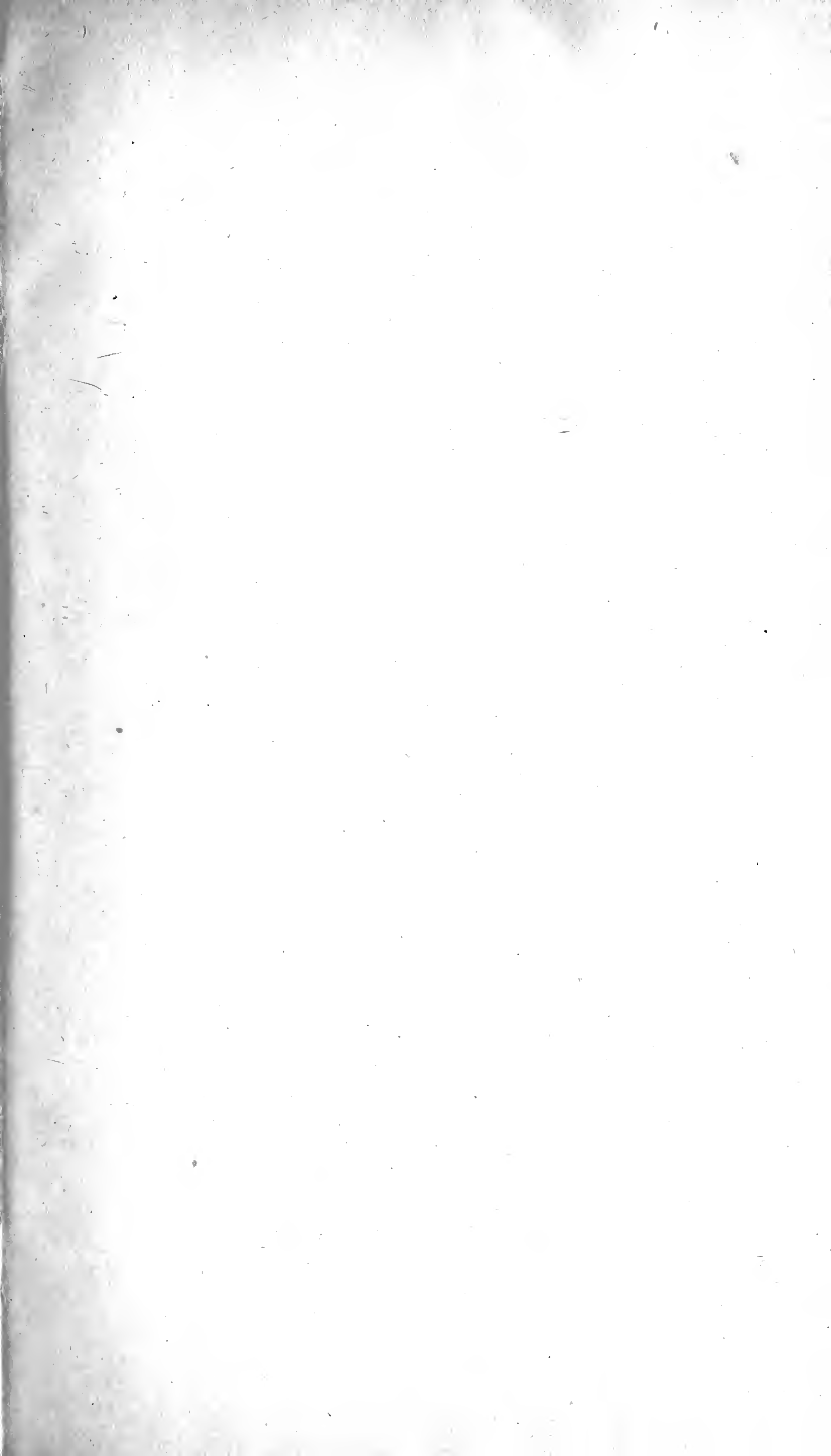
Bergens Museum:

Aarsberetming 1899, Aarbog 1899, Crustacea of Norway. Vol. IV, Part. V, VI. Bergen 1900.
Annales de la Société Géologique de Belgique. Tom. XVIII bis Tom. XXV.

Ausgegeben am 31. Dezember 1900.

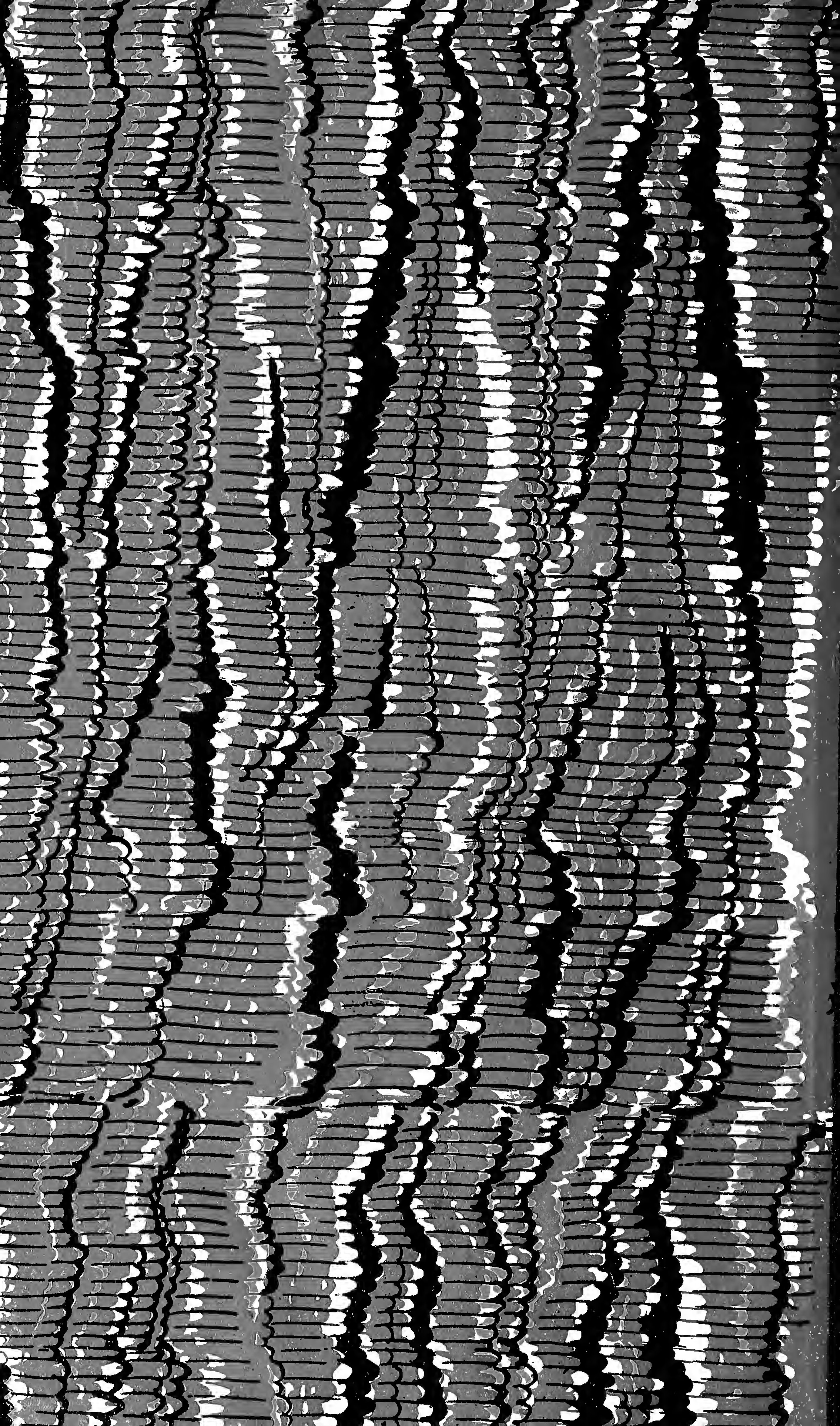


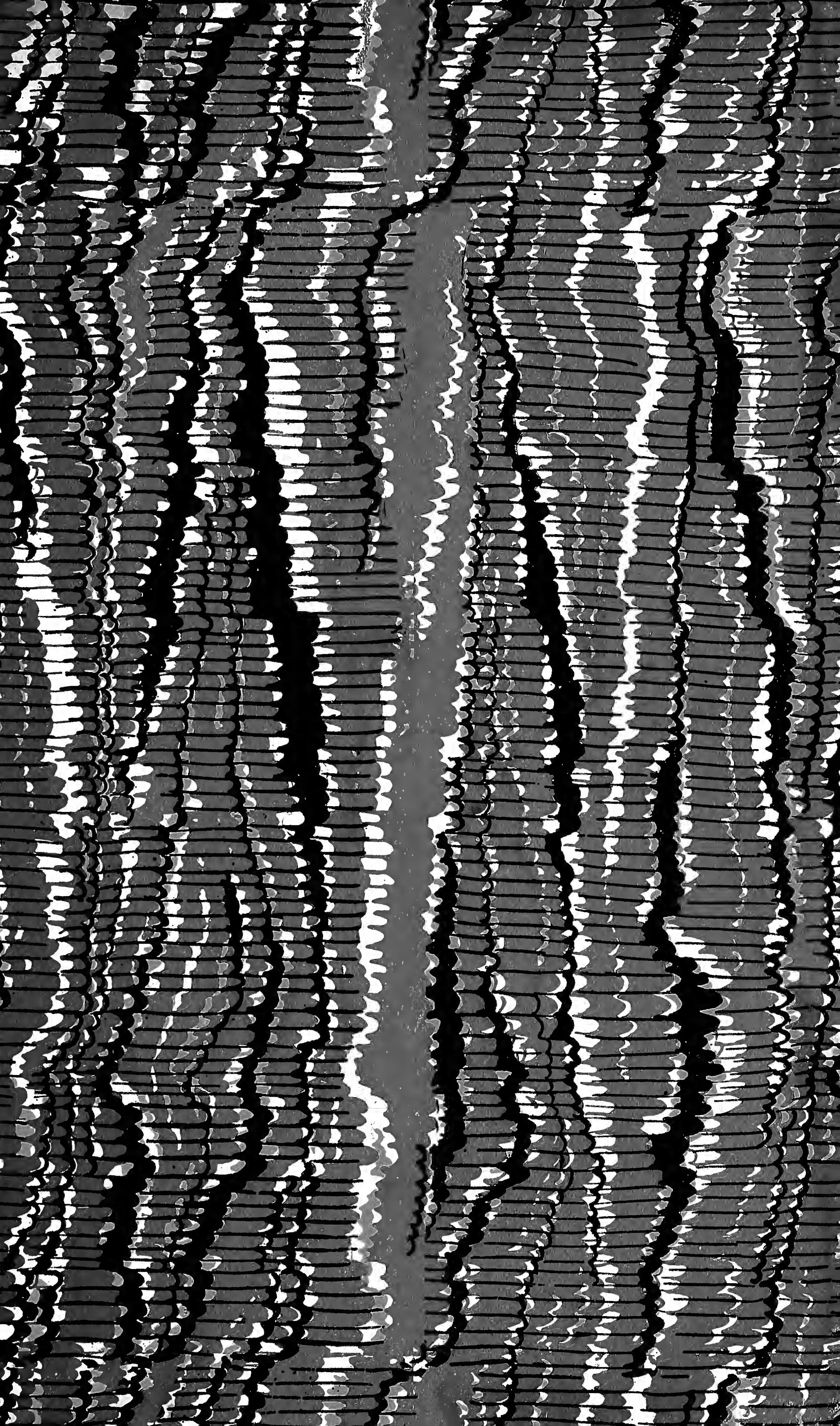


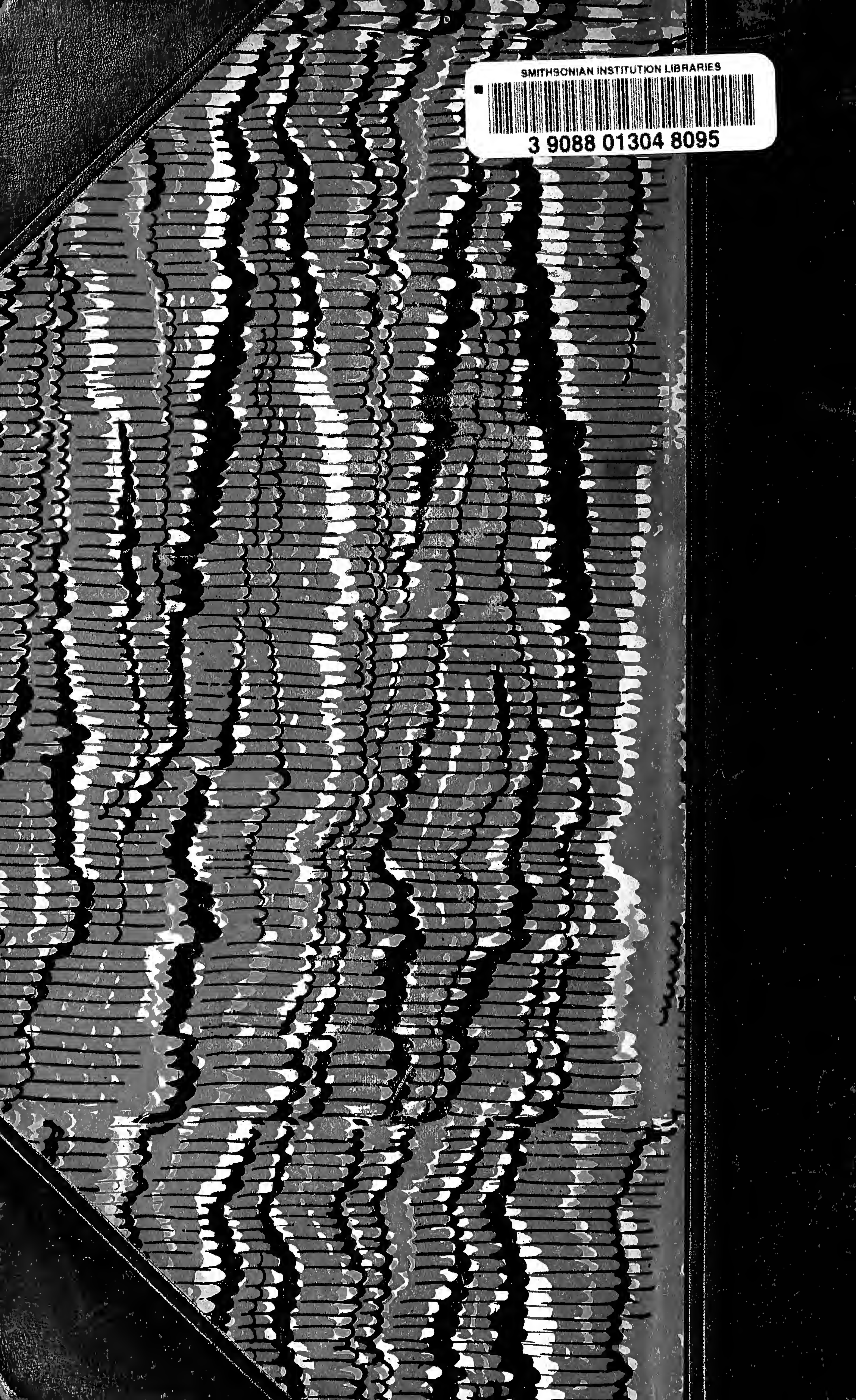











SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01304 8095